

2020학년도 지스트대학 선행학습 영향평가 자체평가보고서

I. 선행학습 영향평가 대상 문항

1. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표 (총 24문항)

평가대상	입학전형	계열	입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과			
						수학	과학		
							물리	화학	생명 과학
면접· 구술고사	학교장 추천전형	자연계열	확률과 통계	수학1	단계1 단계2 단계3	○			
			물리 I 물리 II	물리1	단계1 단계2 단계3		○		
			화학 I 화학 II	화학1	단계1 단계2 단계3			○	
			생명과학 II	생명1	단계1 단계2 단계3 단계4				○
			확률과 통계	수학2	단계1 단계2 단계3	○			
			물리 I 물리 II	물리2	단계1 단계2 단계3		○		
			화학 I 화학 II	화학2	단계1 단계2 단계3			○	
			생명과학 II	생명2	단계1 단계2 단계3				○

면접· 구술고사	고른기회 전형	자연계열	기하와 벡터	수학3	단계1 단계2 단계3	○			
			물리 I 물리 II	물리3	단계1 단계2 단계3		○		
			화학 I 화학 II	화학3	단계1 단계2 단계3			○	
			생명과학 II	생명3	단계1 단계2 단계3				○
면접· 구술고사	일반전형	자연계열	미적분 I 수학 I	수학4	단계1 단계2 단계3 단계4	○			
			물리 I 물리 II	물리4	단계1 단계2 단계3		○		
			화학 I 화학 II	화학4	단계1 단계2 단계3			○	
			생명과학 I 생명과학 II	생명4	단계1 단계2 단계3				○
			미적분 I 미적분 II	수학5	단계1 단계2 단계3	○			
			물리 I 물리 II	물리5	단계1 단계2 단계3		○		
			화학 I 화학 II	화학5	단계1 단계2 단계3			○	
			생명과학 I 생명과학 II	생명5	단계1 단계2 단계3				○
			미적분 I 미적분 II	수학6	단계1 단계2 단계3	○			
			물리 I 물리 II	물리6	단계1 단계2 단계3		○		

		화학 I 화학 II	화학6	단계1 단계2 단계3			○	
		생명과학 II	생명6	단계1 단계2 단계3				○

II. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별 고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트

구분	판단기준			
	항목	세부내용	이행 점검	
대학별 고사 시행 관련 이행 사항 점검	1. 관련 자료의 홈페이지 게시	① 기간 내 선행학습 영향평가 보고서 공개 (문항과 답안 공개의 충실성)	0	0
	2. 선행학습 영향평가 보고서 항목 준수	② 문항 총괄표 작성의 충실성	0	0
		③ 문항 제출 양식(문항카드) 작성의 충실성	0	0
		④ 장별 내용 제시 여부	0	0
	3. 선행학습 영향평가 위원회 구성	⑤ 위원회의 외부위원 포함 여부	0	0
		⑥ 현직 고등학교 교사 포함 여부	0	0

2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정

- 1) 대학입학전형 선행학습 영향평가에 관한 지침 제정(2015. 04. 10.)
- 2) 대학입학전형 선행학습 영향평가에 관한 지침 1차 개정 (2017. 09. 02.)
- 3) 대학입학전형 선행학습 영향평가에 관한 지침 2차 개정 (2019. 04. 10.)

3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성

연번	성명	소속 및 직위	위원	구분	임기	비고
1	이○○	지스트대학장	위원장	당연직	해당직위 재임기간	-
2	이○○	기초교육학부장	부위원장			
3	송○○	기초교육학부 교수	위원	위촉직 (내부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	수학
4	유○○	물리·광과학과 조교수	위원	위촉직 (내부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	물리
5	방○○	화학과 부교수	위원	위촉직 (내부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	화학
6	박○○	생명과학부 부교수	위원	위촉직 (내부)	2020.2.13. ~ 2020.9.8.	생명
7	최○○	입학처 입학사정관	위원	위촉직 (내부)	2020.2.13. ~ 2020.9.8.	-

8	김○○	조선대학교부속고등학교 교사	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	수학
9	송○○	국제고등학교 교사	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	물리
10	이○○	조선대학교여자고등학교 교사	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	화학
11	정○○	살레시오여자고등학교 교사	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	생명
12	손○○	목포대학교 산학연구과장	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	교육부 위원
13	허○○	전남대학교 입학과장	위원	위촉직 (외부)	2019.9.9. ~ 2020.9.8.	교육부 위원
	김○○	대학입학팀장	간사	당연직	해당직위 재임기간	-
13명 (내부 7명, 외부 6명) / 외부위원 비율 46%						

4. 2020학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

일 정	주요 내용	비고
2019. 9. 3.(화)	문제출제위원 회의	각 과목별 조장 선행평가위원 위촉
9. 3.(화) ~ 10. 2.(수)	수시모집 면접전형 면접문제 출제	
10. 28.(월)	문제출제위원 회의 / 재평가위원회 회의	
10. 28.(월) ~ 10. 31.(목)	면접에 앞서 과목별 고등학교 교사를 초빙하여 교육과정의 범위와 수준의 적합 여부 검토	원내시설 합숙
2020. 2. 13.(목)	선행학습영향평가위원회 재구성	
3. 18.(수)	제4회 선행학습영향평가위원회 개최	
3. 31.(화)	결과 공개 및 자료 제출(예정)	홈페이지, 교육부

III. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

1. 출제 전

① 대학입학전형 선행학습 영향평가에 관한 지침 내부 지침 개정

- 주요내용: 선행학습영향평가위원회의 전문성 확보를 위해 위원회 구성 인원을 11명에서 13명으로 증원 (2019.04.10.)

개 정(전)	개 정(후)
제3조(선행학습영향평가위원회의 구성) ②위원회는 위원장, 부위원장 및 외부 인사를 포함 한 11인 이내의 위원 으로 구성한다.	제3조(선행학습영향평가위원회의 구성) ②위원회는 위원장, 부위원장 및 외부 인사를 포함 한 13인 이내의 위원 으로 구성한다.

② 고교 교육과정(필요시 교과서 등) 분석

- 대학별고사 선행학습 영향평가 연수 참석 (교육부 주최)
 - 연수일: 2019. 8. 21.(수) 13:30 ~ 17:00
 - 연수내용: 교과별 2020학년도 문제출제 유의사항, 문항카드 작성 안내, 선행학습 관련 문제 출제 위반사례 설명 등
- 참고자료를 활용한 개정교육과정의 범위와 수준 분석 실시
 - 교육과정 설명서 (국가교육과정정보센터 참고)
 - 고등학교 교과서 : 4과목 78권 (교육부 검인정 교과서)

③ 선행학습영향평가 관련 내부 교육

- 교육일: 2019. 8. 23.(금)
- 교육내용
 - 선행학습영향평가 관련 법령과 해설
 - 대학 입학전형의 선행학습 영향평가 체제 및 절차
- 연수자: 교육부 강사, 전남대학교 입학사정관
- 연수대상자: 지스트 입학사정관

2. 출제 과정

① 문제출제위원 구성 및 고교 교육과정 내부 교육

- 지스트대학 자체 연수 실시
 - 연수일: 2019. 9. 3.(화)
 - 연수자: 교육부 연수 참여 입학사정관
 - 연수대상자: 2020학년도 수시모집 면접전형 면접문제출제위원 13명
 - 연수내용: 2009 개정교육과정, 교과별 유의사항 및 타대학 위반사례 등을 공유하여 선행학습영향평가 관련 내용을 문제출제위원 전원에게 상세히 전달함 (2020학년도 대학별 고사의 선행학습 영향평가 자체평가보고서 작성 안내를 위한 입학담당자 연수 매뉴얼 및 선행학습 영향평가 자체평가보고서 활용)

② 외부위원 인원 확대 및 교육부 위원 2명을 추가 위촉

- 위촉일: 2019. 9. 9.

③ [1차 검증] 문제 출제위원 간 검토

– 검토기간: 2019. 9. 2.(화) ~ 10. 2.(수)

– 주요내용

- 고등학교 교육과정 범위와 수준 안에서 문제 출제 및 예시 답안 작성
- 문제출제기간 이후에도 출제위원간의 검토를 통해 오류 발견 시, 면접일 이전까지 해당 문제의 업데이트를 수시로 진행

④ [2차 검증] 문제 출제위원 간 검토 후 재평가위원회 추가 개최

– 개최일시: 2019. 10. 28.(월) 1300~18:00

– 주요내용

- 분야별 문제출제위원과 면접평가위원이 출제 완료된 문제 및 예시답안지를 상호 교차 검증하여 문제의 오류검증 및 교육과정 준수 여부 확인

⑤ [3차 검증] 현직 일반고 고등학교 교사의 검증 실시

– 검토기간: 2019. 10. 28.(월)~10. 31.(목), 3박 4일간 합숙

– 주요내용

- 현직 일반고 고등학교 교사 4명(수학, 물리, 화학, 생명과학 각 과목별 1명)이 참여하여 수시모집 면접전형 면접문항의 고교 교육과정 범위 및 수준 내 출제여부 확인

– 검토단계

1) 면접전형 실시 전 각 과목별 현직 일반고 고등학교 선생님이 참여하여 면접문제의 고교 교육과정 범위 및 수준 내에서 출제여부 확인함

2) 수정사항 발생 시, 해당 과목 출제 위원들과 세부내용 협의 후 수정 조치

– 기타

- 현직 교사는 면접문제의 보안성 유지를 위하여 지스트 내부 격리 후 외부와의 연락 일절 차단
- 현직 고등학교 교사의 문제출제과정 참여는 문제 유출 및 보안 등의 이유로 현실상 불가능

3. 출제 후

① [1차 검증] 문제 출제위원 검토

- 검토일: 2020. 3. 11.(수)
- 주요내용: 면접문항의 오류여부 확인

② [2차 검증] 선행학습영향평가위원 검토

- 검토일: 2020. 3. 18.(수)
- 검토자: 현직 고등학교 교사 4인
- 주요내용: 과목별 면접문항의 선행학습영향 여부 점검

③ [3차 검증] 선행학습영향평가위원 검토

- 검토일: 2020. 3. 18.(수)
- 검토자: 선행학습영향평가위원회 내외부 위원 13인
- 주요내용
 - 대학별 고사의 고교 교육과정 내 출제 여부
 - 선행학습 영향평가 결과의 차기 입학전형 반영 방안 및 개선사항 도출
 - 선행학습 영향평가 연구보고서 검토

지스트대학은 선행학습영향평가위원회에 총 6명의 외부위원이 참여하여 지스트대학 수시모집 면접전형 면접문항을 고교 교육과정 범위와 수준 내에서 출제하고 면접전형을 운영하였는지 검토함 (전체 위원회 구성원 대비 외부위원 비율 46%)

IV. 문항 분석 결과 요약표

평가대상	입학전형	계열	문항 번호	하위 문항 번호	교과별 교육과정 과목명	교육과정 준수 여부	문항 붙임 번호
면접· 구술고사	학교장 추천전형	자연계열	수학1	단계1 단계2 단계3	확률과 통계	○	1
			물리1	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	7
			화학1	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	13
			생명1	단계1 단계2 단계3 단계4	생명과학 II	○	19
			수학2	단계1 단계2 단계3	확률과 통계	○	2
			물리2	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	8
			화학2	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	14
			생명2	단계1 단계2 단계3	생명과학 II	○	20
	고른기회 전형	자연계열	수학3	단계1 단계2 단계3	기하와 벡터	○	3
			물리3	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	9
			화학3	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	15
			생명3	단계1 단계2 단계3	생명과학 II	○	21
	일반전형	자연계열	수학4	단계1 단계2	미적분 I 수학 I	○	4

			단계3 단계4			
		물리4	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	10
		화학4	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	16
		생명4	단계1 단계2 단계3	생명 과학 I 생명 과학 II	○	22
		수학5	단계1 단계2 단계3	미적분 I 미적분 II	○	5
		물리5	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	11
		화학5	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	17
		생명5	단계1 단계2 단계3	생명 과학 I 생명 과학 II	○	23
		수학6	단계1 단계2 단계3	미적분 I 미적분 II	○	6
		물리6	단계1 단계2 단계3	물리 I 물리 II	○	12
		화학6	단계1 단계2 단계3	화학 I 화학 II	○	18
		생명6	단계1 단계2 단계3	생명 과학 II	○	24

V. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

1. 2020학년도 GIST대학 선행학습 영향평가 결과

- ① GIST대학 대학별 고사(면접전형)를 위한 문항은 고교 교육과정 범위와 수준 내에서 출제되었고, 선행학습 유발요인은 없음.
- ② GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.
- ③ 2021학년도 GIST대학 전형에 선행학습 유발요인이 포함되지 않도록 지속적인 점검과 선행학습 영향평가를 실시할 예정임.
- ④ 2021학년도 구술면접 과목은 2015 개정 교육과정 내 (일반선택 및 진로선택)에서 출제할 예정임.
 - 수학: 수학 I, 수학 II, 미적분, 확률과 통계, 기하
 - 과학: 물리학 I, 물리학 II, 화학 I, 화학 II, 생명과학 I, 생명과학 II

VI. 부록

1. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정 전문 제시
2. 문항별 문항카드 제시

[부록 1] 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정 전문

대학입학전형 선행학습 영향평가에 관한 지침

[제 정 2015. 04. 10]

[1차 개정 2017. 09. 02]

[2차 개정 2019. 04. 10]

제1조(목적) 이 지침은 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」 제 10조에서 위임한 사항과 대학입학전형 선행학습 영향평가의 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) ‘대학입학전형 선행학습 영향평가’라 함은 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」(이하 “법”이라 한다) 제10조에 따라 대학입학전형에서 대학별고사(논술 등 필답고사, 면접·구술고사 등)를 실시하는 경우 선행학습을 유발하는 지에 대한 영향평가를 실시하는 것을 말한다.

제3조(선행학습영향평가위원회의 구성) ① 제2조에 따른 본교의 대학별 고사가 고등학교 교육과정의 범위와 내용에서 출제 또는 평가하는지 여부와 선행학습을 유발하는 요인은 없는지에 대한 영향평가를 실시하기 위하여 선행학습영향평가위원회(이하 “위원회”라 한다)를 둔다.

② 위원회는 위원장, 부위원장 및 외부 인사를 포함한 13인 이내의 위원으로 구성한다. <개정 2017. 9. 2, 2019. 4. 10.>

③ 위원장은 GIST대학장이 되고, 부위원장은 GIST대학 기초교육학부장이 되며, 간사는 입학사정관팀장이 된다.

④ 위원은 GIST대학 교원, 입학사정관, 고교 교육과정 전문가, 전·현직 고교 교사, 학부모 중에서 GIST대학장이 선임(이하 “선임위원”)하는 자가 된다.

⑤ 당연직이 아닌 선임위원의 임기는 1년으로 하되 연임할 수 있다.

⑥ 선임직 위원의 사임이나 기타 사유로 인해 임명된 후임자의 임기는 전임자의 잔여기간으로 한다.

⑦ 임기만료된 위원의 임기는 후임자가 선임될 때까지 기한이 연장된 것으로 본다.

제4조(선행학습영향평가위원회 기능) 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의한다.

1. 대학별 고사의 고교 교육과정 내 출제 및 계획수립에 관한 사항
2. 선행학습 영향평가의 내용, 방법 및 진행절차에 관한 사항
3. 선행학습 영향평가 결과의 다음 연도 입학전형 반영 및 개선에 관한 사항

4. 기타 선행학습 영향평가 제도의 운영에 관한 사항

제5조(선행학습영향평가위원회 소집) 회의는 위원장이 필요하다고 인정할 때 또는 재적위원 과반수의 소집 요구가 있을 때 위원장이 소집한다.

제6조(선행학습영향평가위원회 정족수) 위원회는 재적위원 과반수이상의 출석으로 개최하고 출석위원 과반수이상의 찬성으로 의결한다. 다만 위원회에서 별도로 정하는 경우에는 예외로 한다.

제7조(위원회 참석비 및 경비) ① 외부위원에 대하여는 규정에 의거 예산 범위 내에서 참석수당을 지급한다. 이 경우 교통비·식비·숙박비 등은 별도로 지급할 수 있다.

② 선행학습 영향평가와 관련하여 위원, 관련전문가 등에게 연구·조사 등을 의뢰한 경우에는 연구비, 여비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제8조(선행학습 영향평가의 시기 및 반영) ① 선행학습 영향평가는 해당 대학별고사가 종료된 이후에 시행한다. 다만, 선행학습영향평가위원회의 결정에 따라 조정할 수 있다.

② 선행학습 영향평가 결과는 선행학습영향평가위원회의 결정에 따라 다음 연도 입학전형에 반영하여야 한다.

제9조(결과의 공시) 법 제10조 제2항에 따른 영향평가 결과 및 다음 연도 입학전형에의 반영 계획을 매년 3월 31일까지 GIST대학 입학 홈페이지에 게재하여 공개한다.

제10조(준용) 이 지침에 정해지지 않은 사항은 광주과학기술원 관련 제규정 및 위원회의 결정에 따른다.

부 칙<2015. 4. 10>

①(시행일) 이 지침은 총장의 승인을 받은 날로부터 시행한다.

부 칙<2017. 9. 2>

①(시행일) 이 지침은 총장의 승인을 받은 날로부터 시행한다.

부 칙<2019. 04. 10>

①(시행일) 이 지침은 총장의 승인을 받은 날로부터 시행한다.

[부록 2] 문항별 문항카드 (수학)

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(수학)/수학1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	순열, 중복 순열, 조합, 중복 조합, 분할
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

다섯 개의 숫자 0, 1, 2, 3, 4 중에서 서로 다른 세 개의 숫자를 사용하여 만들 수 있는 세 자리 자연수의 개수를 구하시오.

단계 2

1) 다섯 개의 숫자 0, 1, 2, 3, 4 중에서 4개의 숫자를 택하여 만들 수 있는 네 자리 자연수 중에서 홀수의 개수를 구하시오 (단, 각 자리의 숫자는 서로 같아도 된다.)

2) 방정식 $x + y + z + w = 11$ 에 대하여 양의 정수해의 개수를 구하시오.

단계 3

1) 4개의 서로 다른 바구니에 서로 같은 7개의 탁구공을 넣을 수 있는 방법의 수를 구하시오. (단, 바구니가 비어있을 수도 있다.)

2) 서로 다른 4개의 구슬을 서로 같은 주머니 3개에 빈 주머니가 없도록, 그리고 남은 구슬이 없도록 모두 넣을 수 있는 방법의 수를 구하시오.

3. 출제 의도

순열, 중복순열, 조합, 중복 조합, 분할의 차이를 이해한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
확률과 통계	교육과정	[확률과 통계] - 1. 수열과 조합 ① (중복)순열, (중복)조합, 분할의 뜻을 알고, (중복)순열, (중복)조합, 분할의 수를 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	[확률과 통계] - 1. 수열과 조합 확통 1221 (중복)순열, (중복)조합, 분할의 뜻을 알고 그 수를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	확률과 통계	이 강섭 외	(주) 미래엔	2017	10-41
	확률과 통계	김 원경 외	(주) 비상교육	2017	10-39
기타					

5. 문항 해설

확률과 통계는 '순열과 조합', '확률', '통계'로 구성된다. '순열과 조합' 영역에서는 순열과 조합, 분할과 이항정리를, '확률' 영역에서는 확률의 뜻과 활용, 조건부 확률을, '통계' 영역에서는 확률분포, 통계적 추정을 다룬다. 순열, 중복순열, 조합, 중복조합, 분할의 차이를 이해하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준		배점
1	순수 순열의 답을 잘 설명한다.		20
2	중복순열의 답을 잘 설명한다.	20	40
	중복조합의 답을 잘 설명한다.	20	
3	중복조합의 답을 잘 설명한다.	20	40
	분할의 답을 잘 설명한다.	20	

7. 예시 답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

1단계 예시답안)

첫 번째 자리에 0을 제외한 1,2,3,4 중에 한 가지, 그리고 그 각각에 대하여 두 번째 자리에 5개 숫자 중에 첫 번째 자리에서 선택한 숫자를 뺀 나머지 숫자에서 4가지 방법, 그리고 각 각에 대하여 세 번째 자리에 앞 두 자리에서 선택한 숫자를 뺀 3개의 숫자가 가능하다. 각각의 경우에 대한 것이므로 곱해야 한다. 그러므로, $4 \times 4 \times 3 = 48$ 가지 방법이 가능하다. 이 문제는 순열에 관련된 문제이다. (20)

2단계 예시답안)

(1) 첫 번째 자리에 0을 제외한 4가지 방법이 가능하고, 그 각각의 경우에 대하여 두 번째 자리에 중복이 허락되므로 5가지 방법이 가능하며, 역시 그 각각의 경우에 대하여 세 번째 자리에도 동일하게 5가지 방법이 가능하고, 마지막 자리에는 그 각각의 경우에 대하여 홀수 1과 3의 두 가지 경우가 가능하다. 각각의 경우에 대한 것이므로 곱해야 한다. 그러므로 $4 \times 5 \times 5 \times 2 = 200$ 가지 방법이 가능하다. (20)

(2) $x + y + z + w = 11$ 에 대하여 양의 정수해의 개수는 각 각의 미지수에 1를 더하여 방정식 $x + y + z + w = 7$ 에 대하여 음이 아닌 정수해의 개수와 같다. 이는 서로 다른 4개의 문자에서 7개를 택하는 중복조합의 수와 같으므로

$${}_4H_7 = {}_{4+7-1}C_7 = {}_{10}C_7 = {}_{10}C_3 = \frac{10 \times 9 \times 8}{3 \times 2} = 120 \text{이다. (20)}$$

3단계 예시답안)

(1) 4개의 서로 다른 바구니에 서로 같은 7개의 탁구공을 넣을 수 있는 방법의 수는 방정식 $x + y + z + w = 7$ 에 대하여 음이 아닌 정수해의 개수와 같다. 이는 서로 다른 4개의 문자에서 7개를 택하는 중복조합의 수와 같으므로

$${}_4H_7 = {}_{4+7-1}C_7 = {}_{10}C_7 = {}_{10}C_3 = \frac{10 \times 9 \times 8}{3 \times 2} = 120 \text{이다. (20)}$$

(2) 서로 다른 4개의 구슬을 서로 같은 주머니 3개에 빈 주머니가 없도록 나누어 넣는 방법의 수는 원소가 4개인 집합을 서로소이고 공집합이 아닌 3개의 부분집합으로 나누는 방법의 수와 같다. $S(4,3) = 6$ 이다. (20)

$$\{a\} \cup \{b,c\} \cup \{d\},$$

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c,d\},$$

$$\{a,b\} \cup \{c\} \cup \{d\},$$

$$\{a\} \cup \{b,d\} \cup \{c\},$$

$$\{a,c\} \cup \{b\} \cup \{d\},$$

$$\{a,d\} \cup \{b\} \cup \{c\}$$

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(수학)/수학2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심 개념 및 용어	사건의 독립과 종속, 조건부확률, 확률의 곱셈/덧셈 정리
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

두 주어진 사건 A, B 의 독립과 종속이 무엇을 의미하는지 조건부확률을 이용하여 설명하시오.

단계 2

다음 두 문장이 참인지 거짓인지 판별하고 그 이유를 설명하시오.

- 1) 두 사건 A, B 가 서로 배반사건이면 이 두 사건은 항상 서로 독립이다.
- 2) 두 사건 A, B 가 서로 독립이면, 이들의 여사건 A^c, B^c 도 서로 독립이다.

단계 3

숫자 1, 2, 3이 하나씩 적혀 있는 세 장의 카드가 들어 있는 주머니가 있다. 여기서 한 장의 카드를 무작위로 뽑아 나온 숫자를 x 라고 하자. 그리고 그 뽑힌 카드(x)를 다시 주머니에 넣어 잘 섞은 다음, 다시 한 장을 뽑아 나온 카드의 숫자를 y 라고 하자. 이번에는, 뽑힌 카드(y)를 다시 넣지 않고 주머니에서 한 장을 더 뽑아 그 숫자를 z 라고 하자. 다음 각각의 경우에 주어진 두 사건이 서로 독립인지 종속인지 답하고 설명하시오.

- 1) $x > y$ 인 사건과 $x > z$ 인 사건
- 2) $x = y$ 인 사건과 $x = z$ 인 사건

3. 출제 의도

두 사건의 독립과 종속이 무엇을 의미하는지 문제에서 주어진 예시를 통해 이해한다. 또한, 조건부확률, 확률의 덧셈정리와 곱셈정리를 이용하여 독립과 종속의 개념을 설명할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문	관련 성취기준
교육과정	사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다. 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 확률의 덧셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
성취기준	확통1222-1. 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 구별할 수 있다.
·	확통1223. 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
성취수준	확통1213. 확률의 덧셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	확률과 통계	류희찬 외	천재교과서	2014	104-115
	확률과 통계	류희찬 외	천재교과서	2014	89-92
기타					

5. 문항 해설

단계 1에서 두 사건의 독립과 종속이 무엇을 의미하는지를 조건부확률의 개념을 이용하여 설명한다. 이와 관련하여, 단계 2에서 예시문장의 참 또는 거짓을 판별하고, 단계 3에서 독립과 종속의 구체적인 예를 살펴본다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	두 사건의 종속과 독립의 의미를 조건부 확률의 개념을 통해 설명한다.	10
2-1	참 또는 거짓을 판별하고 관련 설명을 한다.	10
2-2	참 또는 거짓을 판별하고 관련 설명을 한다.	20
3-1	해당 두 사건이 독립인지 종속인지 판별하고 관련 설명을 한다.	30
3-2	해당 두 사건이 독립인지 종속인지 판별하고 관련 설명을 한다.	30

7. 예시 답안

단계 1. 두 사건 A, B 에 대하여 한 사건이 일어나는 것이 다른 사건이 일어날 확률에 아무런 영향을 주지 않을 때, 즉, $P(B|A) = P(B)$ 또는 $P(A|B) = P(A)$ 일 때, 사건 A, B 는 서로 독립이라고 한다. 그러하지 않으면 종속이라 한다.

조건부확률의 정의 (또는 확률의 곱셈정리)에 의해, $P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$ 이다. 결국, 사건 A, B 는 서로 독립일 필요충분조건은 $P(A \cap B) = P(A)P(B|A) = P(A)P(B)$ 이다. (10점)

단계 2.

1) (거짓) 만약 사건 A, B 가 0이 아닌 확률을 가지고 서로 배반사건이라고 가정한다면, $P(A \cap B) = 0$ 이지만 $P(A)P(B) \neq 0$ 이다. 결국, 이 경우 A, B 는 서로 독립이 될 수 없다. (10점)

2) (참) $P(A^c)P(B^c) = [1 - P(A)][1 - P(B)] = 1 - P(A) - P(B) + P(A)P(B)$

여기서, 사건 A, B 가 서로 독립이기 때문에 $P(A)P(B) = P(A \cap B)$ 이다. 그래서

$$P(A^c)P(B^c) = 1 - P(A) - P(B) + P(A \cap B) \quad (10점)$$

위 식의 우변은 확률의 합의 법칙을 적용하여 $1 - P(A \cup B)$ 와 같음을 알 수 있다. 결국,

$$P(A^c)P(B^c) = 1 - P(A \cup B) = P((A \cup B)^c) = P(A^c \cap B^c) \quad (10점)$$

단계 3.

1) $x > y$ 를 만족시키는 사건 A 의 확률은

$$P(A) = P(x = 3, y = 1 \text{ or } 2) + P(x = 2, y = 1) = \frac{1}{3} \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

그리고 $x > z$ 를 만족시키는 사건 B 의 확률은

$$P(B) = P(x = 3, z = 2) + P(x = 3, z = 1) + P(x = 2, z = 1)$$

$$\text{여기서 } P(x = 3, z = 2) = P(x = 3, y = 1 \text{ or } 3, z = 2) = \frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{1}{2} = \frac{1}{9}$$

$$\text{마찬가지로 } P(x = 3, z = 1) = P(x = 2, z = 1) = \frac{1}{9}. \text{ 그래서 } P(A) = P(B) = \frac{1}{3}.$$

$$\text{또한 } P(A \cap B) = P(x = 3, y = 2, z = 1) + P(x = 3, y = 1, z = 2) = \frac{1}{9}$$

결국 $P(A \cap B) = P(A)P(B)$. 즉, 두 사건은 독립이다. (30점)

2) 위와 비슷한 방법을 이용하여, $x < y$ 를 만족시키는 사건 C 의 확률은

$$P(C) = P(x = 1 \text{ or } 2, y = 3) + P(x = 1, y = 2) = \frac{2}{3} \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

그리고 $x < z$ 를 만족시키는 사건 D 의 확률은

$$P(D) = P(x = 2, z = 3) + P(x = 1, z = 3) + P(x = 1, z = 2) = \frac{1}{3}$$

를 얻을 수 있다. 결국, $x = y$ 을 만족하는 사건 E 와 $x = z$ 을 만족하는 사건 F 모두의 확률이

$P(E) = P(F) = 1/3$ 임을 알 수 있다. 하지만 $x = y = z$ 는 일어나지 않는 사건이므로 $P(E \cap F) = 0$ 이다. 그리고, $P(E)P(F) = 1/9$ 이므로 $P(E \cap F) \neq P(E)P(F)$ 이다. 그래서 두 사건 E, F 은 독립이 아니므로 곧 종속이다. (30점)

(다른 풀이: 위 두 사건 E, F 는 0이 아닌 확률을 가지며 서로 배반사건이다. 그래서 종속이다.)

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	고른기회 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(수학)/수학3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	기하와 벡터
	핵심 개념 및 용어	타원, 타원의 접선의 방정식, 벡터의 내적
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

타원 $\frac{x^2}{10} + \frac{y^2}{5} = 1$ 의 두 초점을 F, F' 이라 하자. 이 타원 위의 임의의 한 점 $P(x_1, y_1)$ 이 주어져 있을 때, 삼각형 $PF F'$ 의 둘레의 길이를 구하시오.

단계 2

$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ($a > b > 0$) 인 타원이 있다. $y_1 \neq 0$ 일 때, 이 타원 위의 점 (x_1, y_1) 에서 접선의 방정식을 유도하시오. (이 접선의 방정식을 $Ax + By = 1$ 형태로 간단하게 정리하시오.)

단계 3

타원 $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{16} = 1$ 의 두 초점을 F, F' 이라고 하자. 이 타원 위의 한 점 $P\left(4, \frac{12}{5}\right)$ 에서 그은 접선을 L 이라고 하자. L 과 \overline{PF} 가 이루는 예각을 α , L 과 $\overline{PF'}$ 이 이루는 예각을 β 라고 하면, $\alpha = \beta$ 임을 보이시오.

3. 출제 의도

타원의 개념과 기하학적인 성질을 이해한다. 또한, 타원의 접선의 방정식을 유도하고, 이 접선의 방정식과 벡터의 내적을 이용하여 두 직선이 이루는 각을 구할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
	교육과정	두 평면벡터의 내적의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다. 음함수를 미분하여 곡선 위의 한 점에서의 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	성취기준 · 성취수준	기백1222. 두 평면벡터의 내적의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 기백1112. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다. 기백1121. 음함수를 미분하여 곡선 위의 한 점에서의 접선의 방정식을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	기하와 벡터	황선욱 외	좋은책 신사고	2014	32-36
	기하와 벡터	김원경 외	비상교육	2014	16-20, 37-41
기타					

5. 문항 해설

타원의 개념과 기하학적인 성질을 이해한다. 타원의 방정식으로부터 장축, 단축, 초점을 구할 수 있다. 또한, 타원의 접선의 방정식을 유도하고, 이 접선의 방정식과 벡터의 내적을 이용하여 두 직선이 이루는 각을 구할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	타원의 정의를 이해하고 방정식으로부터 초점을 구할 수 있다.	30
2	음함수의 미분법을 이용하여 타원위의 한 점에서 접선을 구할 수 있다.	30
3	타원의 방정식과 주어진 점에서 단계2에서 구한 접선을 구하고, 타원의 초점을 구한다. 또한 벡터의 내적을 이용하여 두 직선이 이루는 각을 구한다.	40

7. 예시 답안

단계 1. 주어진 타원의 식으로부터 장축은 x 축에 위치함을 알 수 있고, 장축의 길이는 $2a = 2\sqrt{10}$ 이 된다. (10점) 타원의 정의 (두 점으로부터 거리의 합이 항상 같은 도형) 로부터 $\overline{FP} + \overline{F'P} = 2a = 2\sqrt{10}$ 이다. (10점) 또한, 두 초점의 좌표는 각각 $(\sqrt{5}, 0)$, $(-\sqrt{5}, 0)$ 이므로 삼각형의 둘레의 길이는 $2\sqrt{5} + 2\sqrt{10}$ 임을 알 수 있다. (10점)

단계 2. 주어진 타원의 식에 음함수의 미분법을 적용하면 $\frac{2x}{a^2} + \frac{2y}{b^2} \frac{dy}{dx} = 0$ 이고

$y_1 \neq 0$ 이므로 이를 정리하면 $\frac{dy}{dx} = -\frac{b^2}{a^2} \frac{x}{y}$ 가 된다. (10점)

따라서 타원위의 주어진 점 (x_1, y_1) 에서의 접선의 방정식은

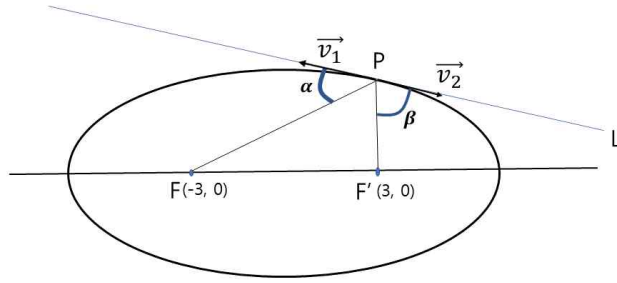
$y - y_1 = -\frac{b^2}{a^2} \frac{x_1}{y_1} (x - x_1)$ 이다. 이 식의 양변에 $\frac{y_1}{b^2}$ 을 곱하여 정리하고 (10점)

$\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} = 1$ 임을 이용하면 $\frac{x_1 x}{a^2} + \frac{y_1 y}{b^2} = \frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} = 1$ 이 되므로 접선의 방정

식은 $\frac{x_1 x}{a^2} + \frac{y_1 y}{b^2} = 1$ 이다. (10점)

단계 3. (단계 2) 로부터 접선의 방정식 L 은 $\frac{4}{25}x + \frac{3}{20}y = 1$ 이 되고 이를 y 에 대

해 정리하면 $y = -\frac{16}{15}x + \frac{20}{3}$ 이 된다. 또한 두 초점은 $F(-3, 0)$, $F'(3, 0)$ 이다. (10점)



그림과 같이 점 P 에서 직선에 평행인 두 벡터 $\vec{v}_1 = (-1, \frac{16}{15})$, $\vec{v}_2 = (1, -\frac{16}{15})$ 와 $\overrightarrow{PF} = (-7, -\frac{12}{5})$, $\overrightarrow{PF'} = (-1, -\frac{12}{5})$, (10점) 그리고 벡터의 내적을 이용하여 각 α , β 를 각각 구한다. 다음과 같은 계산으로 $\alpha = \beta$ 임을 알 수 있다. (20점, 계산을 완성할 필요는 없고 부분적인 계산으로도 두 각이 같음을 보이면 20점)

$$\cos \alpha = \frac{7 - \frac{12}{5} \frac{16}{15}}{|(-7, -\frac{12}{5})| |(-1, \frac{16}{15})|} = \frac{\frac{111}{25}}{\frac{37}{5} |(-1, \frac{16}{15})|} = \frac{3}{5 |(-1, \frac{16}{15})|}$$

$$\cos \beta = \frac{-1 + \frac{12}{5} \frac{16}{15}}{|(-1, -\frac{12}{5})| |(1, -\frac{16}{15})|} = \frac{\frac{39}{25}}{\frac{13}{5} |(1, -\frac{16}{15})|} = \frac{3}{5 |(1, -\frac{16}{15})|}$$

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(수학)/수학4	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	미적분 I, 수학 I
	핵심 개념 및 용어	미적분의 기본 정리, 정적분, 도함수, 대칭이동, 역함수
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

미적분의 기본 정리에 관해 설명하시오.

단계 2

곡선 $y = f(x)$ 의 y 축에 대해 대칭인 곡선의 방정식을 구하여라. 그 유도과정을 간략히 설명하시오.

단계 3

실수 전 구간에서 정의된 연속함수 f 가 역함수 g 를 가지고, 또한 $f(0) = 0$, $f(1) = 1$, $f(-1) = -1$ 을 만족시킨다고 하자.

곡선 $y = f(x)$, 그의 y 축에 대한 대칭인 곡선, 그리고 직선 $x = t$ 으로 둘러싸인 도형의 넓이를 $A(t)$ 라고 하자. 이 넓이 함수의 $t = 1$ 에서 미분계수 $A'(1)$ 를 구하고, $t > 0$ 구간에서 도함수 $A'(t)$ 를 함수 f 를 이용하여 표현하시오.

단계 4

단계 3에서의 곡선 $y = f(x)$, 그의 y 축에 대한 대칭인 곡선, 그리고 직선 $y = t$ 으로 둘러싸인 도형의 넓이를 $B(t)$ 라고 하자. 이 넓이 함수의 $t = 1$ 에서 미분계수 $B'(1)$ 를 구하고, 도함수는 $0 < t < 1$ 구간에서 $B'(t) = 2g(t)$ 임을 보이시오.

3. 출제 의도

미적분학의 기본 정리를 이해하고, 이를 이용하여 두 곡선 사이의 넓이 및 이와

관련된 도함수를 구하는 데에 활용할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
	교육과정	1. 부정적분과 정적분의 관계를 이해하고, 이를 이용하여 정적분을 구할 수 있다. 2. 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. 3. 원점, 축, 축, 직선 에 대한 대칭이동의 의미를 이해하고 이를 설명할 수 있다. 4. 역함수의 뜻을 알고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.
	성취기준	미적1423. 부정적분과 정적분의 관계를 이해하고, 이를 이용하여 정적분을 구할 수 있다. 미적1431. 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
	성취수준	수학1342-1. 원점, 축, 축에 대한 대칭이동의 의미를 이해하고, 대칭이동한 도형의 방정식을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 I	류희찬 외	천재교과서	2014	172-175
	수학 I	이준열 외	천재교과서	2014	199-203
기타					

5. 문항 해설

주어진 곡선과 좌표축에 대한 대칭인 곡선의 방정식을 구할 수 있다. 이렇게 얻어진 곡선들과 좌표축과 평행인 직선들과 둘러싸인 도형의 넓이를 정적분으로 표현하고, 이와 관련된 도함수를 구하기 위해서 미적분의 기본 정리를 이용할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	미적분의 기본 정리가 의미하는 바를 수식을 통해 설명한다.	20
2	주어진 곡선의 y 축 대칭인 곡선의 방정식을 유도하고 설명한다.	10
3	해당 면적을 정적분으로 표현하고, 관련 미분계수 및 도함수를 구한다.	35
4	해당 면적을 정적분으로 표현하고, 관련 미분계수 및 도함수가 역함수와 관련이 됨을 보인다.	35

7. 예시 답안

단계 1. 구간 $[a, b]$ 에서 연속인 함수 $f(x)$ 의 한 부정적분을 $F(x)$ 라고 하면

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$$

이 성립한다. 또는,

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t)dt = f(x) \quad (\text{단, } a < x < b)$$

이 성립한다. (함수 $f(x)$ 의 조건: 연속 5점, 총 20점)

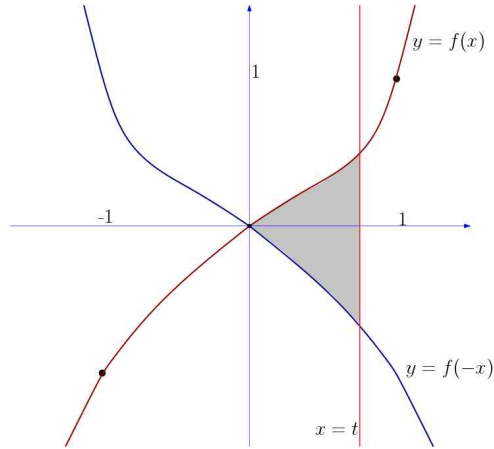
단계 2. 평면 위의 임의의 점 (x, y) 의 y 축에 대한 대칭점의 좌표는 $(-x, y)$ 이다. 그래서 주어진 곡선의 방정식에 대한 y 축 대칭변환은 x 를 $-x$ 로 바꾸는 과정을 통해 얻어짐을 알 수 있다. 결국 $y = f(x)$ 의 y 축 대칭변환은 $y = f(-x)$ 이다. (10점)

단계 3. 두 곡선 $y = f(x)$ 와 $y = f(-x)$ 그리고 직선 $x = t$ 으로 둘러싸인 도형의 넓

이는 $A(t) = \int_0^t |f(x) - f(-x)|dx$ 이다. (10점)

연속함수 f 가 역함수를 가지고 $f(0) = 0$, $f(1) = 1$, $f(-1) = -1$ 을 만족시키는 조건을 이용하여, $x > 0$ 구간에서 $f(x) > 0$ 이고, $x < 0$ 구간에서 $f(x) < 0$ 임을 알 수 있다. 그래서 $x > 0$ 구간에서 $f(x) \geq f(-x)$ 이다. 결국

$A(t) = \int_0^t \{f(x) - f(-x)\}dx$ 이다 ($t > 0$). (10점)



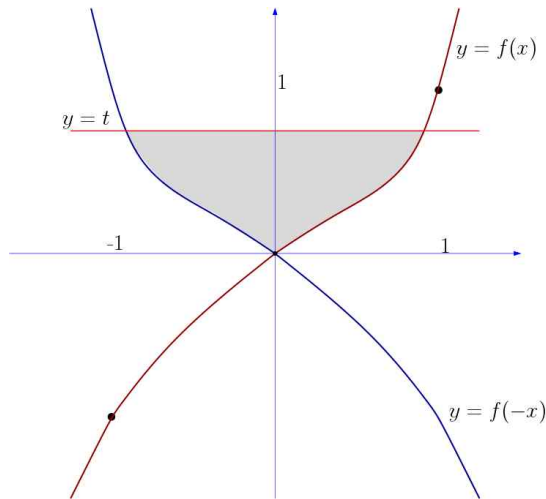
미적분의 기본 정리를 이용하여 양변을 미분하면, 도함수 $A'(t) = f(t) - f(-t)$ 를 얻는다. 또한, $A'(1) = f(1) - f(-1) = 2$ 이다. (15점)

단계 4. 함수 f 가 역함수 g 를 가지기 때문에, 곡선 $y = f(x)$ 은 $x = g(y)$ 로 다시 쓸 수 있고, 곡선 $y = f(-x)$ 은 $x = -g(y)$ 로 다시 쓸 수 있다. (10점)

그래서 위 두 곡선과 직선 $y = t$ 으로 둘러싸인 도형의 넓이는

$$B(t) = \int_0^t \{g(y) - [-g(y)]\} dy = 2 \int_0^t g(y) dy \quad (10\text{점})$$

미적분의 기본 정리를 이용하여 양변을 미분하면, $0 < t < 1$ 구간에서 도함수 $B'(t) = 2g(t)$ 를 얻는다. 또한, $B'(1) = 2g(1) = 2$ 이다. (15점)



1. 일반 정보

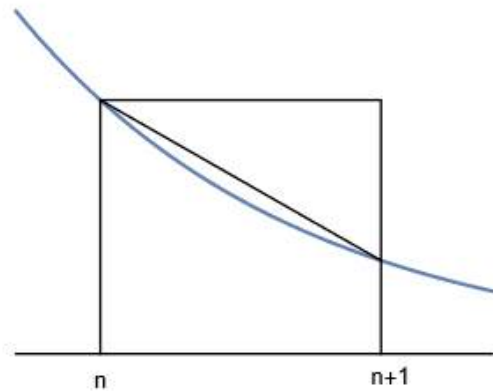
유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(수학)/수학5	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	미적분I, 미적분II
	핵심 개념 및 용어	정적분의 활용: 곡선과 x 축 사이의 넓이 수열의 극한 및 급수의 수렴; 급수의 합; 등비급수의 합
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

함수 $f(x) = e^{-x}$ 의 곡선이 있다고 하자.
자연수 n 에 대하여 점 $P_n(n, f(n))$ 과
 $P_{n+1}(n+1, f(n+1))$, 그리고 $Q_n(n+1, f(n))$
를 오른쪽 좌표평면 위에 표기하시오

삼각형 $P_nP_{n+1}Q_n$ 의 넓이를 A_n 라 하고
선분 P_nP_{n+1} 과 곡선 $y = f(x)$ 로 둘러싸인
도형의 넓이를 B_n 이라고 할 때, B_n 의 값을
 $f(n)$, A_n 그리고 $f(x)$ 의 정적분을 사용하여
나타내시오.



단계 2

단계 1에서 넓이 A_n 을 구하시오. 무한급수 $\sum_{n=1}^{\infty} A_n$ 이 수렴함을 보이고 급수의 합을
구하시오.

단계 3

점 P_n 에서의 곡선 $y = f(x)$ 의 접선을 l_n 이라 하고 l_n 이 x 축과 만나는 점의
 x 좌표를 x_n 이라고 하자. 접선 l_n 과 직선 $x = x_n$ 및 곡선 $y = f(x)$ 로 둘러싸인
도형의 넓이를 C_n 이라고 할 때 $\sum_{n=1}^{\infty} C_n$ 의 값을 구하시오.

3. 출제 의도

곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하고 급수의 부분합 및 부분합의 극한의 개념으로

무한급수의 수렴 여부를 판단하고 값을 계산함

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
	교육과정	곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	미적2421. 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다 수학2313-1. 등비수열의 뜻을 알고, 일반항을 구할 수 있다. 수학2313-2. 등비수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. 수학2321. Σ 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 수학2322. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 I	김원경 외	비상교육	2009	27-35
	미적분 II	김원경 외	비상교육	2009	155-158
기타					

5. 문항 해설

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	곡선으로 이루어진 도형의 넓이를 정적분으로 나타낼 수 있다	20
2	급수의 부분합으로 이루어진 수열이 일정한 값에 수렴함을 보이고 급수의 값을 구한다	40
3	정적분을 이용하여 도형의 넓이를 계산하고 등비급수의 합을 계산한다	40

7. 예시 답안

단계 1. 그림과 같이 자연수 n 과 $n+1$ 사이의 x 구간과 x 축에 직각인 두 선분으로 이루어진

사각형의 넓이는 $f(n)$ 이다. B_n 은 사각형의 넓이, 즉 $f(n)$ 에서 삼각형

$P_n P_{n+1} Q_n$ 의 넓이, 즉 A_n , 그리고 곡선 $y=f(x)$ 와 x 축 그리고, 직선 $x=n$ 과 $x=n+1$ 으로 이루어진 도형의 넓이를 뺀 값이다. 곡선과 x 축 사이의 도형의

넓이는 정적분 $\int_n^{n+1} f(x) dx$ 이다.

그러므로, $B_n = f(n) - A_n - \int_n^{n+1} f(x) dx$.

단계 2. 삼각형의 밑변 $\overline{P_n Q_n}$ 의 길이는 1, 삼각형의 높이는 선분의 길이

$|\overline{Q_n P_{n+1}}| = f(n) - f(n+1) = e^{-n} - e^{-(n+1)}$ 이다. 그러므로

$$A_n = \frac{1}{2}(e^{-n} - e^{-(n+1)}).$$

급수 $2 \sum_{n=1}^{\infty} A_n$ 의 부분합은

$$2 \sum_{k=1}^n A_k = (e^{-1} - e^{-2}) + (e^{-2} - e^{-3}) + \dots + (e^{-n} - e^{-(n+1)}) = e^{-1} - e^{-(n+1)} \text{ 이며}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} A_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n A_k = \frac{1}{2} \lim_{n \rightarrow \infty} (e^{-1} - e^{-(n+1)}) = \frac{1}{2} e^{-1} \text{ 이다.}$$

단계 3. 곡선 $y = f(x)$ 에서 $x = n$ 일 때 접선 l_n 의 기울기는 $f'(n) = -e^{-n}$ 이며 접선 l_n 의 방정식은 $y - e^{-n} = -e^{-n}(x - n) \Rightarrow y = -e^{-n}(x - (n+1))$ 이다. 접선이 x 축과 만나는 점의 x 좌표는 $x = n+1$ 이다. 문제의 도형의 넓이 C_n 는 곡선과 x 축 사이의 도형의 넓이에서 선분 $P_n x_n$ 과 x 축, 그리고 직선 $x = n$ 으로 이루어진 삼각형의 넓이를 뺀 값이며 이는

$$C_n = \int_n^{n+1} e^{-x} dx - \frac{1}{2} e^{-n} = e^{-n} - e^{-(n+1)} - \frac{1}{2} e^{-n} = \frac{1}{2} e^{-n} - e^{-(n+1)} \text{ 이다.}$$

(예시1) C_n 의 각 항을 일반항으로 갖는 무한급수는 수렴하므로

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{2} e^{-n} - e^{-(n+1)} \right\} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\frac{1}{e}}{1 - \frac{1}{e}} \right\} - \left\{ \frac{\frac{1}{e^2}}{1 - \frac{1}{e}} \right\} = \frac{1}{2e} \left(\frac{e-2}{e-1} \right)$$

(예시2) 무한급수 $\sum_{n=1}^{\infty} C_n$ 의 부분합은

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n C_k &= \frac{1}{2} (e^{-1} - 2e^{-2} + e^{-2} - 2e^{-3} + \dots + e^{-n} - 2e^{-(n+1)}) \\ &= \frac{1}{2} (e^{-1} - e^{-2} - e^{-3} - \dots - e^{-(n+1)}) \\ &= \frac{1}{2e} + \frac{-e^{-2}}{2} (1 + e^{-1} + e^{-2} + e^{-3} + \dots + e^{-n}) \end{aligned}$$

이며, 괄호안의 급수는 등비 e^{-1} 를 갖는 등비급수의 부분합이다.

그러므로

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} C_n &= \frac{1}{2e} + \frac{-e^{-2}}{2} \lim_{n \rightarrow \infty} (1 + e^{-1} + e^{-2} + \dots + e^{-n}) = \frac{1}{2e} + \frac{-e^{-2}}{2} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-n} \\ &= \frac{1}{2e} \left(1 - \frac{1}{e} \frac{1}{1 - 1/e} \right) = \frac{1}{2e} \left(1 - \frac{1}{e-1} \right) = \frac{1}{2e} \left(\frac{e-2}{e-1} \right) \end{aligned}$$

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(수학)/수학6	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	미적분Ⅰ, 미적분Ⅱ
	핵심 개념 및 용어	함수의 미분, 곡선의 변곡점, 무한수열의 수렴
예상 소요 시간	8분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

$n \geq 2$ 인 자연수 n 에 대하여 함수 $f(x) = \cos^n x$ ($0 < x < \frac{\pi}{2}$) 이라고 할 때 $f'(x)$ 와 $f''(x)$ 를 구하시오.

단계 2

자연수 $n \geq 2$ 에 대하여 x 가 $0 < x < \frac{\pi}{2}$ 일 때, 곡선 $y = \cos^n x$ 의 변곡점을 P_n 이라고 할 때 P_n 의 y 좌표를 구하시오.

단계 3

1) P_n 의 y 좌표를 a_n 이라고 할 때, $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 의 값을 구하시오.

2) 곡선 $y = \sin^n x$ 의 변곡점의 y 좌표를 b_n 이라고 할 때 $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ 의 값은 무엇인가?

$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 과 관련지어 설명하시오.

3. 출제 의도

함수의 미분법을 사용하여 도함수와 이계도함수를 구하고 함수로 주어진 곡선의 변곡점을 판별한다. 변곡점의 좌표로 만들어진 수열의 극한값을 구한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
	교육과정	함수의 실수배, 합, 차, 곱의 미분법을 알고, 다항함수의 도함수를 구할 수 있다 미분계수의 뜻을 알고, 그 값을 구할 수 있다. 이계도함수를 구하고 변곡점을 구할 수 있다 수열의 극한에 관한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다. 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
	성취기준· 성취수준	미적1311/1312. 미분계수의 뜻과 기하학적 의미를 알고, 그 값을 구할 수 있다. 미적2314. 이계도함수를 구할 수 있다. 이계도함수의 값을 이용하여 변곡점을 찾을 수 있다 수열의 극한에 관한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다. 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다. 미적2212-2. 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 I	김원경 외	비상교육	2009	88-95
	미적분 II	정상권 외	금성출판사	2009	54-93
기타					

5. 문항 해설

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	함수의 곱의 미분법을 할 수 있다.	30
2	이계도함수를 이용하여 변곡점의 좌표를 찾을 수 있다.	30
3	1. 수열의 극한값을 찾을 수 있다 2. 삼각함수의 성질 (대칭성)을 분별하고 이용할 수 있다.	40

7. 예시 답안

단계 1. 곱의 미분의 법칙과 연속미분을 적용하면

$$f'(x) = n(\cos^{n-1}x)(-\sin x) = -n\cos^{n-1}x \sin x$$

$$\begin{aligned} f''(x) &= n(n-1)\cos^{n-2}x \sin^2 x - n\cos^{n-1}x \cos x = n\cos^{n-2}x((n-1)\sin^2 x - \cos^2 x) \\ &= n\cos^{n-2}x(n\sin^2 x - \sin^2 x - \cos^2 x) = n\cos^{n-2}x(n\sin^2 x - 1) \end{aligned}$$

단계 2. 미분가능한 연속함수의 변곡점은 $f''(x)=0$ 을 만족한다. P_n 은 $\left(0, \frac{\pi}{2}\right)$

구간에서 $f''(x)=0$ 를 만족하는 x 의 값에서 나타난다. $\cos x$ 는 해당 구간에서 0의 값을 갖지 않으므로 $f''(x)=0 \Rightarrow n\sin^2 x = 1 \Rightarrow \sin x = \frac{1}{\sqrt{n}}$ 이며,

$\cos^2 x = 1 - \sin^2 x = 1 - \frac{1}{n}$ 이다. 그러므로, 변곡점 P_n 의 y 좌표는

$$\cos^n x = \left(\sqrt{1 - \frac{1}{n}}\right)^n = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n/2} \text{이다.}$$

단계 3.

$$1) \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \cos^n x = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n/2} = e^{-1/2}$$

2) $0 < x < \frac{\pi}{2}$ 구간 안에서 삼각함수 $\sin x$ 와 $\cos x$ 가 $x = \frac{\pi}{4}$ 를 중심으로

좌우대칭임을 고려하면, 그 극한값이 같음을 알 수 있다. 그러므로, $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = e^{-1/2}$.

[부록 2] 문항별 문항카드 (과학)

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리I, 물리II
	핵심개념 및 용어	운동량과 충격량, 운동량 보존
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

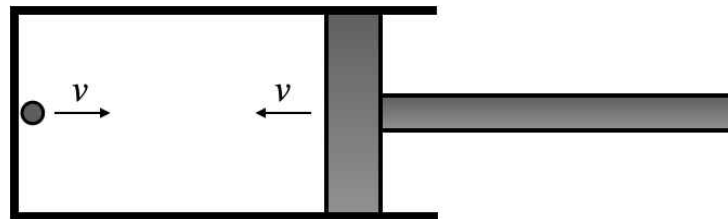
2. 문항 및 제시문

단계 1

직선상에서 운동하는 질량이 다른 두 물체의 충돌을 실험하였더니 충돌 전후의 운동량과 운동에너지가 같음을 관측하였다. 두 물체의 충돌 전후 상대 속도는 어떤 관계가 있는가?

단계 2

그림과 같은 피스톤 용기의 왼쪽 벽으로부터 질량 m 을 가진 아주 작은 입자가 속력 v 로 피스톤을 향하여 벽과 피스톤 면에 수직인 직선상으로 움직이기 시작했다. 이와 동시에 피스톤 역시 속력 v 로 용기의 길이를 점점 줄이기 시작했다. 피스톤이 입자와 충돌할 때 피스톤이 입자에 전달하는 충격량을 설명해보시오. (단, 충돌전후의 상대속도 관계는 “단계 1”의 답을 따르고, 용기는 바닥에 고정되어 있고, 피스톤의 질량은 m 보다 매우 크다고 가정하시오.)



단계 3

얼음위의 가만히 정지해 있는 두 사람이 공을 서로 던지고 받는 놀이를 하려고 한다. 처음 공을 던진 사람이 다시 공을 되받는 과정을 물리법칙을 사용해서 설명해 보고, 되받는 것이 가능한 경우와 불가능한 경우의 예를 들어보시오. 두 사람의 질량은 M 으로 같고 공의 질량은 m 이다. (얼음과 사람 사이의 마찰은 무시할 만큼 작고, 중력의 영향은 무시하여 공은 직선상 운동을 한다고 가정한다.)

다. 공을 던지는 사람은 공이 항상 던지는 사람 자신에 대해 상대속도 v 로 상대방을 향해 진행하도록 던진다.)

3. 출제 의도

운동량과 충격량에 대한 이해, 운동량 보존에 대한 이해를 바탕으로 충돌 현상을 설명할 수 있는 능력을 확인하고자 한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리Ⅰ (1) 시공간과 우주 (가) 시간, 공간, 운동 ④ 뉴턴의 운동법칙을 1차원 운동에 적용하고, 스포츠 등에서 충격량과 운동량 변화의 관계를 이해한다. 물리Ⅱ (1) 운동과 에너지 (가) 힘과 운동 ④ 2차원에서 운동량 보존 개념을 이용하여 충돌 현상을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리	곽성일 외	천재교육	2011	36-38
	물리	김영민 외	교학사	2011	46-50
	물리Ⅲ	곽성일 외	천재교육	2011	36-46
	물리Ⅲ	김영민 외	교학사	2011	56-61

5. 문항 해설

고등학교 물리Ⅰ과 물리Ⅱ의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '물리Ⅰ'과 '물리Ⅱ'는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 운동량과 충격량에 대한 이해, 운동량 보존에 대한 이해를 바탕으로 충돌 현상

을 설명할 수 있는 능력을 확인하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	운동량과 운동에너지가 보존되는 탄성 충돌 현상을 상대속도의 비로 나타내는 법을 알고 있다.	30
2단계	상대속도, 운동량, 충격량의 의미를 알고 있다.	30
3단계	충돌시 운동량이 보존 원리를 이해하고 있고 상대속도의 개념을 이해하고 있다.	40

7. 예시답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

운동량과 운동에너지가 보존되는 두 물체의 직선상 충돌에서 상대속도의 비는 1 이고, 말로 설명할 수 있으면 충분하지만, 다음과 같이 간단히 보일 수도 있다.

직선운동에서 충돌 전후의 질량 m_1 인 물체 1의 속도가 각각 v_1 과 u_1 , 질량 m_2 인 물체 2의 충돌 전후 속도가 각각 v_2 과 u_2 라고 하자. 충돌 전후의 운동량과 에너지 보존은 각각 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

질량을 소거할 수 있도록 두 식을 나누면 $e = -\frac{u_1 - u_2}{v_1 - v_2} = 1$ 이다.

단계 2 예시답안)

속도 u 로 피스톤으로 향하는 질량 m 의 입자가 속도 $-v$ 로 마주 오고 있는 피스톤에 부딪힐 때 충돌 전 상대속도는 $u+v$ 이다. 충돌 전후의 상대속도 관계는 “단계 1”을 따른다고 하였으므로 피스톤과 충돌 후 상대속도는 $-(u+v)$ 이다. 매우 무거운 피스톤의 속도 $-v$ 는 충돌 후에도 그대로 이므로, 입자의 속도는 $-u-2v$ 가 되고 따라서 전달된 충격량의 크기는 $2m(u+v)$ 가 된다. (속도 표기를 위해 피스톤 방향이 (+), 고정된 용기의 벽쪽 방향이 (-)라고 임의로 정하였다.)

첫 번째 충돌 직전 속도는 $u_1 = v$ 로 주어져 있으므로, 첫 번째 피스톤과의 충돌에서 입자가 받은 충격량은 $4mv$ 이다.

단계 3 예시답안)

처음에 공을 가지고 정지해 있는 사람 A가 자신에 대해 상대속도 v 로 ($v > 0$) 공이 사람 B로 날아가도록 공을 던질 때 이 과정의 운동량 보존은 $0 = Mv_A + m(v + v_A)$ 와 같이 쓸 수 있고, A가 공을 던진 후 속도는 $v_A = -\frac{m}{M+m}v$ 과 같이 구할 수 있다. 이때 음의 부호는 v 와 방향이 반대, 즉 A가 후퇴함을 나타낸다.

공의 질량이 사람 질량보다 매우 작을 때 되받는 것이 가능하고, 공의 질량이 우주인 질량보다 매우 크면 불가능하고, 이것이 공을 던지는 상대속도 v 와는 상관 없다.

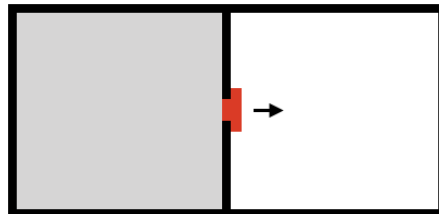
1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리, 물리II
	핵심개념 및 용어	역학적 에너지 보존 법칙, 열역학 법칙과 열기관, 열전달, 상태변화와 기상현상, 기체운동론, 이상기체 상태방정식, 내부에너지, 열역학 과정
예상 소요시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

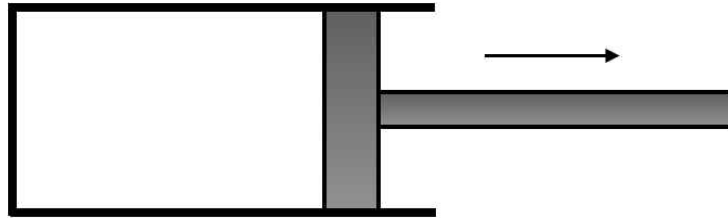
단계 1

그림과 같이 부피가 같은 두 부분 A, B가 밸브로 연결된 용기가 있다. 초기에 밸브를 닫은 채로 A 부분에 이상기체를 채우고, B 부분은 진공 상태로 만들었다. 밸브를 열면 A의 이상기체가 자유롭게 팽창하여 A, B 부분 모두를 채우고 부피가 처음의 두 배가 된다. 용기가 외부와 열 출입이 없는 단열 상태를 항상 유지하고 있다면, 밸브를 연 후 이상기체의 온도는 올라가는가, 내려가는가, 변하지 않는가? 이상기체의 의미와 관련지어 설명하시오.



단계 2

그림과 같이 이상기체가 들어있는 피스톤 용기를 생각하자. 피스톤 용기는 완벽한 단열상태를 항상 유지한다고 가정한다. 피스톤이 아주 천천히 움직이도록 피스톤을 빼는 힘을 조절하여 용기의 부피를 두 배로 만들었다. 이때, 이상기체의 온도는 초기상태와 비교하여 올라가는가, 내려가는가, 변하지 않는가? 열역학 법칙과 관련지어 설명하시오.



단계 3

실생활이나 대기현상, 또는 물리실험에서 단열팽창의 예를 말해보고 그 원리를 간략히 설명해 보시오. “단계 1, 2”와의 차이점 또는 유사점을 설명하시오.

3. 출제 의도

역학적 에너지 보존 법칙, 열역학 법칙과 열기관, 열전달, 상태변화와 기상현상, 기체운동론, 이상기체 상태방정식, 내부에너지, 열역학 과정에 대한 이해 정도와 설명할 수 있는 능력을 확인한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리I (1) 시공간과, 우주 가) 시간, 공간, 운동 ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다. (4) 에너지 나) 힘과 에너지의 이용 ⑤ 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다. ⑥ 열전달, 물질의 상태변화, 기상현상 등이 에너지의 전환과 이동에 의해 일어남을 이해한다. 물리II (1) 운동과 에너지 나) 열에너지 ② 기체의 내부에너지와 온도, 압력 등을 분자 운동의 개념으로 이해한다. ③ 이상기체의 의미와 상태 방정식을 이해한다. ④ 열과 일의 출입에 따른 여러 가지 열역학 과정을 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리Ⅰ	곽성일 외	천재교육	2011	43-44, 292-298
	물리Ⅱ	김영민 외	교학사	2011	56-57, 337-343
	물리Ⅲ	곽성일 외	천재교육	2011	68-95
	물리Ⅲ	김영민 외	교학사	2011	86-99 104-107

5. 문항 해설

고등학교 물리Ⅰ과 물리Ⅱ의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '물리Ⅰ'과 '물리Ⅱ'는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 역학적 에너지 보존 법칙, 열역학 법칙과 열기관, 열전달, 상태변화와 기상현상, 기체운동론, 이상기체 상태방정식, 내부에너지, 열역학 과정에 대한 이해 정도와 설명할 수 있는 능력을 확인한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	이상기체의 의미에 대해 설명할 수 있고, 이상기체의 내부에너지와 온도의 관계에 대해 알고 있다. 역학적 에너지 보존과 내부에너지 불변으로서 팽창 후 온도 변화를 설명할 수 있다.	30
2단계	단열 팽창에 대해 열역학 법칙을 적용할 수 있고, 이상기체 내부에너지 변화로부터 온도 증감을 설명할 수 있다.	30
3단계	단열 팽창의 실생활이나 물리실험 혹은 대기현상의 예를 제시할 수 있고 열역학 법칙을 사용해 설명할 수 있다.	40

7. 예시답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

이상기체는 분자의 크기와 분자 사이에 작용하는 힘을 무시할 수 있는 가상적인 기체이며 기체 분자들은 탄성 충돌을 한다. 문제에 주어진 바와 같이 변하지 않는 단열상태의 용기 안에 있어서 에너지 출입이 없고, 이상기체의 정의에 따라 기체 분자 사이의 상호작용에 의한 포텐셜이 없고, 탄성 충돌을 하므로 자유팽창 시 분자당 운동에너지는 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 일정하게 보존된다. 분자당 운동에너지는 온도와 비례하므로 이상기체의 온도는 변하지 않는다.

단계 2 예시답안)

단열상태의 용기 안에 있는 이상기체이지만 피스톤을 밀어내면서 기체 분자는 외부에 일을 해 주고 있다. 열역학 제 1법칙을 적용하면,

$$Q = \Delta U + W$$

에서 단열상태 이므로 $Q = 0$ 이고, 일을 외부에 하고 있으므로 $W > 0$ 이다. 따라서 이상기체의 운동에너지로 주어지는 내부에너지 변화 $\Delta U < 0$ 이다. 이상기체의 운동에너지가 감소하므로 온도가 내려가게 된다.

단계 3 예시답안)

- 1) 탄산음료수의 병을 따면, 병의 입구에 작은 구름이 형성되는 것을 볼 수 있다.
- 2) 페트병과 물을 이용한 안개상자 실험에서 페트병 안의 공기를 천천히 압축했다가 급속 팽창시키면 수증기 일부가 응결한다.
- 3) 동해에서 이동해온 공기 덩어리가 태백산맥을 넘으면서 태백산맥 동쪽 사면에 비를 뿌린다.
- 4) 고무풍선 바람빠기, 입을 오므리고 입김불기 등이 있다.

위의 예시에서의 공통적 현상은 급격한 변화를 할 때 열이 외부로 전도될 여유가 없어 (근사적으로) 단열팽창이 되고, 부피증가에 따른 일이 내부에너지 감소로 이어져 온도가 하강한다. "단계 1"의 예는 급격한 단열팽창이지만 일이 발생하지 않는 측면에서 매우 다르고, "단계 2"의 예는 급속 팽창은 아니지만 단열팽창시 온도 하강 현상을 열역학 제 1법칙에 의거하여 설명할 수 있다.

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리, 물리II
	핵심개념 및 용어	기전력, 전기 에너지, 발전기, 열역학 법칙과 열기관, 엔트로피, 자기선속과 패러데이 법칙
예상 소요시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

- 열역학의 법칙을 정성적으로 설명하시오.
- 엔트로피의 의미와 열역학 법칙과의 관계를 설명하시오.

단계 2

열기관의 작동원리와 열효율을 설명하시오.

단계 3

- 패러데이의 법칙을 설명하시오.
- 발전소에서 전기에너지를 만드는 방법에 대하여 설명하시오.

3. 출제 의도

기전력, 전기 에너지, 발전기, 열역학 법칙과 열기관, 엔트로피, 자기선속과 패러데이 법칙에 대한 이해

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리 (4) 에너지 가) 에너지의 발생 ① 유도전류를 이용하여 발전소에서 전기에너지를 만드는 방법을 이해한다. 나) 힘과 에너지의 이용 ⑤ 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다. 물리Ⅲ (1) 운동과 에너지 나) 열에너지 ⑤ 엔트로피의 의미와 열역학 제2법칙을 이해한다. (2) 전기와 자기 나) 전류와 자기장 ③ 패러데이 법칙을 이용하여 자기선속이 시간에 따라 변화할 때 회로에 유도되는 기전력을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리	곽성일 외	천재교육	2011	234-237 294-298
	물리	김영민 외	교학사	2011	268-272 340-345
	물리Ⅲ	곽성일 외	천재교육	2011	91-95 143-147
	물리Ⅲ	김영민 외	교학사	2011	97-103 107-108 159-162 166-171

5. 문항 해설

고등학교 물리 I 과 물리 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '물리 I '과 '물리 II '는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 기전력, 전기 에너지, 발전기, 열역학 법칙과 열기관, 엔트로피, 자기선속과 패러데이 법칙에 대해 설명할 수 있는 능력을 확인하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	a) 열역학의 법칙을 정성적으로 설명할 수 있다.	20
	b) 엔트로피의 의미와 열역학 법칙과의 관계를 설명할 수 있다.	20
2단계	열기관의 작동원리를 설명할 수 있다.	15
	열기관의 열효율을 설명할 수 있다.	15
3단계	a) 패러데이의 법칙을 설명할 수 있다.	15
	b) 발전소에서 전기에너지를 만드는 방법에 대하여 설명할 수 있다.	15

7. 예시답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

[아래의 교과서 내용을 바탕으로 자유롭게 서술]

a) 일반적으로 기체에 가해진 열량 Q , 내부 에너지의 증가량 ΔU , 기체가 외부에 한 일 W 의 관계는 다음과 같다: $Q = \Delta U + W$. 즉, 기체에 가해진 열에너지는 내부 에너지의 증가와 외부에 한 일의 합과 같다. 이러한 관계를 열역학 제1 법칙이라고 한다. 결국, 열역학 제1 법칙은 열에너지와 역학적 에너지를 포함한 에너지 보존 법칙이다.

열은 스스로 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하지만 그 반대로의 열의 이동은 저절로 일어나지 않는다. 이처럼 열 또는 에너지의 이동에 방향성이 있음을 나타내는 법칙을 열역학 제2 법칙이라고 한다. 열역학 제2 법칙은 다음과 같이 다양하게 표현될 수 있다.

- * 열은 높은 온도의 물체에서 낮은 온도의 물체로 저절로 이동하지만, 그 반대로는 결코 이동하지 않는다.
- * 마찰이 있는 면 위에서 물체를 이동시키면 물체의 운동에너지는 마찰에 의해 물체를 구성하는 분자의 열운동 에너지로 전환되고, 물체는 결국 정지한다. 역으로 물체를 구성하는 분자들의 열운동 에너지가 물체의 운동에너지로 전환되어 물체 스스로 운동하는 일은 일어나지 않는다.
- * 효율이 100%인 열기관은 결코 만들 수 없다. 열기관이 일을 하는 과정에서 열은 주변에 존재하는 더 낮은 온도의 계로 저절로 흘러가 버리고 이것을 막을 방법이 없기 때문이다.
- * 냉동기는 저열원에서 고열원으로 열을 옮기는 장치이지만, 스스로 이동하는 것이 아니고 열을 옮기기 위해서는 외부에서 냉동기에 일을 해 주어야 한다.

b) 클라우지우스는 절대온도가 T 인 열역학적 계가 열 ΔQ 를 흡수하면 그 계의 엔트로피 S 는 $\Delta S = \Delta Q/T$ 만큼 증가한다고 엔트로피를 정의하였다. 그리고 우주의 총 엔트로피는 감소하지 않으며, 외부와 단절된 고립계에서 일어나는 열역학적 과정은 엔트로피가 증가하는 방향으로 일어난다고 설명하였다. 볼츠만은 어떤 기체계의 분자들이 질서 있는 배열로부터 시작해서 움직여 간다면 시간이 지남에 따라 점점 무질서한 배열들의 경우의 수가 커지게 된다는 생각으로 엔트로피 S 를 $S = k \ln W$ 로 표현하였다. k 는 볼츠만 상수이며 W 는 분자들이 배열할 수 있는 경우의 수이다. 분자들이 섞여서 경우의 수가 최대인 상태, 즉 확률이 최대인 상태가 되면 더 이상 변화는 일어나지 않는다는 것이다. 볼츠만은 엔트로피의 증가가 분자 수준의 무질서도 증가에 해당한다는 것을 보여 주려고 노력하였다.

엔트로피를 이용하여 열역학 제2 법칙을 다음과 같이 표현할 수 있다.

- * 열역학 과정에 참여하는 모든 계를 함께 고려할 때 전체 엔트로피는 감소하지 않는다.
- * 어떤 계를 고립시켜서 외부와의 상호작용을 없애 주면 그 계의 분자나 원자들의 무질서도가 증가하는 쪽으로, 즉 계의 엔트로피가 증가하는 쪽으로 변화가 일어나며, 그 반대쪽으로는 변화가 일어나지 않는다.

엔트로피를 분자 배열의 무질서도로 생각할 수 있다. 또 엔트로피는 숨겨진 정보의 양 또는 정보의 부족으로도 해석할 수 있다. 책상 위에 놓여있는 여러 자루의 연필이 잘 정리되어 있는 경우, 즉 엔트로피가 아주 낮은 경우 우리는 여러 자루의 연필의 위치에 대해 상당한 정보를 갖고 있다고 말할 수 있다. 그러나 여러 자루의 연필이 책상위에 무질서하게 흩어져 있는 경우, 즉 엔트로피가 매우 높은 경우 우리는 각 연필의 위치를 정확하게 말하기 어렵다. 이처럼 엔트로피가 증가하면서 연필의 위치에 대한 정보가 숨겨지고, 연필의 위치에 대한 정보가 그만큼 부족하게 된다.

단계 2 예시답안)

열에너지를 유용한 일로 바꾸는 장치를 열기관이라고 한다. 열기관은 몇 단계의 열역학 과정을 거쳐서 원래 상태로 돌아오는 순환 과정을 통하여 작동한다. 열기관은 높은 온도의 고열원으로부터 열 Q_1 을 흡수한다. 이때 Q_1 이 모두 일 W 로 바뀌지 않는다. 열기관의 주위를 둘러싸고 있는 저열원으로 열이 저절로 흘러 나간다. 저열원으로 방출되는 열을 Q_2 라고 하면 열기관이 외부에 한 일 W 는 $W = Q_1 - Q_2$ 가 된다. 이때 열기관의 효율은 열기관에 공급된 열 Q_1 중에서 열만큼이 일로 이용되는지에 의해 결정된다. 즉, 열기관의 효율 e 는 $e = W/Q_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1$ 이다. 열역학 제2 법칙에 의해 열은 스스로 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하므로 위의 열기관에서 Q_2 는 0이 될 수 없다. 따라서 열기관의 효율은 항상 1보다 작다. 이것은 열기관 주위에 존재하는 저열원으로 열이 방출되는 것을 완벽하게 차단할 수 없기 때문이다.

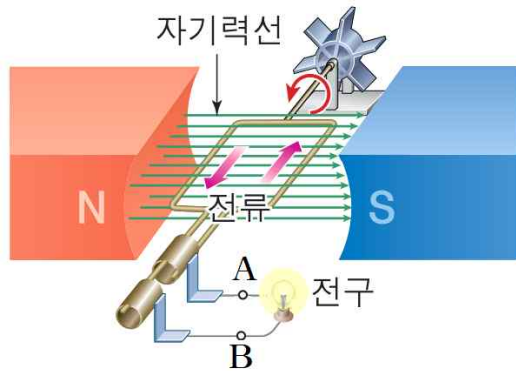
카르노는 열효율이 가장 높은 이상적인 열기관에 대하여 연구하였다. 카르노 기관은 어떤 열기관보다 열효율이 높고, 고열원의 온도 T_1 과 저열원의 온도 T_2 로 구할 수 있다: $e = 1 - T_2/T_1$. 저열원의 온도 T_2 가 0 K일 수 없으므로 카르노 기관의 효율도 100%가 될 수 없다. 카르노 기관보다 효율이 더 높은 열기관은 만들 수 없으며, 실제 열기관의 경우 열효율은 40% 이하이다.

단계 3 예시답안)

a) 시간 Δt 동안 코일 면을 통과하는 자기력선속이 $\Delta\phi$ 만큼 변화했다면, 코일에 발생하는 유도 기전력 V 는 다음과 같다: $V = -N\Delta\phi/\Delta t$. 이것을 패러데이 전자기 유도 법칙이라고 한다. 단, N 은 코일의 감은 횟수이다. 패러데이의 법칙은 도선 주위의 자기장이 변할 때 도선에 전류가 흐르게 하는 유도 기전력이 생

긴다는 것을 의미한다.

b) 발전기는 자기장 속에서 움직이는 코일에 의해 유도 전류가 흐르는 현상을 이용한 것이다. 다음 그림과 같이 외부 에너지를 이용하여 코일을 회전시키면 코일면을 통과하는 자기력선속이 시간에 따라 계속 변한다. 이때 브러시라고 하는 축에 접속시킨 금속을 통하여 발전기의 A와 B사이에 전류가 흐른다. 전기를 생산하는 방법에는 화력 발전, 수력 발전, 원자력 발전 등이 있다.



발전기의 원리
(천재-물리II-p.146)

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리4	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리, 물리II
	핵심개념 및 용어	광전효과와 광센서, 색채 인식과 영상장치, 안테나와 무선통신, 교류와 신호조절
예상 소요시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

- 광전효과에 대하여 자세하게 설명하시오.
- 광센서의 구조와 원리에 대하여 설명하시오.

단계 2

- 눈에서 색채를 인식하는 과정을 설명하시오.
- 빛의 3원색의 의미를 설명하시오.
- 영상장치에서 색을 구현하는 과정을 설명하시오.

단계 3

무선통신 및 방송과 관련하여 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정을 설명하시오.

3. 출제 의도

광전효과와 광센서, 색채 인식과 영상장치, 안테나와 무선통신, 교류와 신호조절에 대한 이해

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리Ⅰ (3) 정보와 통신 (가) 소리와 빛 ④ 광전효과를 이해하고, 여러 가지 광센서의 구조와 원리를 안다. ⑤ 눈에서 색채를 인식하는 과정과 빛의 3원색의 의미를 이해하고, 영상장치에서 색을 구현하는 과정을 안다. (나) 정보의 전달과 저장 ② 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정을 이해하고, 이를 바탕으로 무선통신과 방송의 원리를 안다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리	곽성일 외	천재교육	2011	175-179 180-184 195-196
	물리	김영민 외	교학사	2011	203-208 211-215 227-229 236-241

5. 문항 해설

고등학교 물리 I 과 물리 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '물리 I '과 '물리 II '는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 광전효과와 광센서, 색채 인식과 영상장치, 안테나와 무선통신, 교류와 신호조절에 대해 설명할 수 있는 능력을 확인하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	a) 광전효과에 대하여 자세히 설명할 수 있다.	20
	b) 광센서의 구조와 원리에 대하여 설명할 수 있다.	10
2단계	a) 눈에서 색채를 인식하는 과정을 설명할 수 있다.	20
	b) 빛의 3원색의 의미를 설명할 수 있다.	10
	c) 영상장치에서 색을 구현하는 과정을 설명할 수 있다.	10
3단계	전자기파 발생 과정을 설명할 수 있다.	15
	안테나를 통한 수신과정을 설명할 수 있다.	15

7. 예시답안

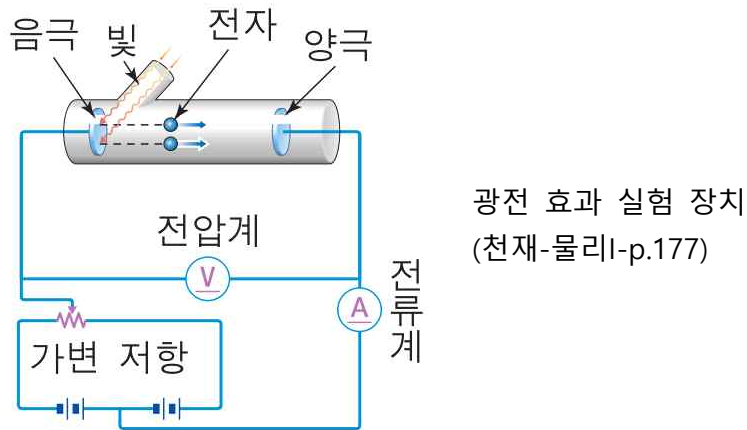
GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

[아래의 교과서 내용을 바탕으로 자유롭게 서술]

a) 광전 효과 실험 장치는 음극과 양극이 서로 떨어진 광전관에 전압을 걸어줄 수 있게 되어있다. 광전관에 전압을 걸어주어도 음극과 양극이 서로 떨어져있기 때문에 전류는 흐르지 않는다. 그러나 광전관에 빛을 비추면 전류가 흐른다. 이것은 음극에서 양극으로 전자가 이동하였기 때문이다. 즉, 금속판에 빛을 쬔었을 때 금속 내부의 전자들이 튀어나왔음을 알 수 있다. 일반적으로 광전효과 실험

장치의 구조는 다음 그림과 같다. 광전관 속 음극인 금속판에 특정한 진동수 이상의 진동수를 비추면 금속판에서 전자가 방출되어 양극에 도달한다. 이렇게 방출된 전자가 전류계에서 전류로 측정된다.



이와 같이 금속판에 특정 진동수 이상의 진동수를 가진 빛을 쏘여주면 금속판 안에 있던 전자들이 튀어나오는 현상을 광전효과라고 하며, 이때 튀어나오는 전자를 광전자라고 한다. 광전 효과 실험으로 다음과 같은 사실이 밝혀졌다.

1. 금속 표면에 쏘여 주는 빛의 진동수가 문턱 진동수라는 특정한 값보다 작으면 아무리 센 빛을 쏘여주어도 광전자가 방출되지 않는다.
2. 광전자의 운동에너지는 빛의 세기와는 관계가 없고 빛의 진동수에 비례한다.
3. 쏘여주는 빛의 진동수가 문턱 진동수보다 크면 즉시 광전자가 방출되며, 단위 시간에 방출되는 광전자의 수는 빛의 세기에 비례한다.

그렇다면 광전 효과는 왜 나타나는 것일까? 빛이 파동의 성질만 가지고 있다면 진동수가 작더라도 세기가 센 빛을 쏘여 전자에 많은 에너지를 주거나, 오랫동안 쏘여 주면 광전자가 방출되어야 한다. 그러나 광전효과 실험에 의하면 광전자가 방출되느냐 방출되지 않느냐는 빛의 진동수에만 관계가 있다. 즉, 특정 진동수 이하의 빛은 아무리 강하게 쏘여 주어도 광전자가 방출되지 않으며, 특정 진동수 이상의 빛에서는 아무리 약한 빛이라도 쏘여주는 즉시 광전자가 방출된다. 이와 같이 빛을 파동으로 생각하면 광전효과를 설명할 수 없다. 이러한 사실을 설명하기 위해 아인슈타인은 플랑크의 이론을 받아들였다. 플랑크는 “열복사 에너지는 불연속적인 값을 갖는다.”는 양자 가설을 제안하였다. 1905년 아인슈타인은 플랑크가 제안한 양자 가설을 이용하여 “빛은 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 광자라고 하는 입자들의 흐름이다.” 라는 광양자설로 광전 효과를 설명하였다.

b) 광전관은 빛의 신호를 이용하여 전기 신호로 바꾸는 데 유용하다. 광전관과 구조는 다르지만 원리적으로 비슷한 또 다른 장치로 태양전지가 있다. 즉, 태양 전지도 빛에너지를 이용하여 전기 에너지를 만드는 장치이다. 반대로 전기 에너지를 빛에너지로 전환하는 장치로는 전구나 발광 다이오드 등이 있다. 만일 발광 다이오드에 빛을 비추면 태양 전지와 같이 전기 에너지가 발생할 수 있을까?

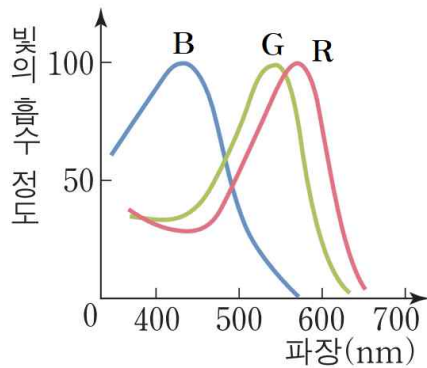
빛을 쪼이면 전압이 발생하는 대표적인 장치 중 하나가 태양전지이다. 보통 태양 전지는 반도체로 만들고, 최근에는 염료를 이용하여 만들기도 한다. 태양 전지 외에도 빛에너지를 전기 에너지로 전화시켜주는 장치는 다양하다. 예를 들면, 디지털 카메라 속에 필름 대신에 빛 에너지를 전기에너지로 바꾸어주는 장치로 CCD(charge-coupled device)가 있다. CCD는 일반 필름보다 감도가 100배 이상 높기 때문에 어두운 장면도 쉽게 찍을 수 있고, 가시광선 뿐만 아니라 적외선도 감지할 수 있어 그 용도가 매우 다양하다. 광센서도 빛을 감지하는 데 많이 사용된다.

광센서는 빛의 양, 물체의 모양이나 상태, 움직임 등을 감지한다. 따라서 광센서는 화재 탐지기, 자동문, 도난 경보기, 제품의 빛깔검사, 화학 반응에 의한 색의 변화 측정 등에 이용된다. 흔히 사용하는 광센서로 광다이오드가 있다. 광다이오드는 p-n 접합구조로 되어 있는데 p-n 접합부에 빛을 비추면 광전효과에 의해 전류가 흐른다.

단계 2 예시답안)

a) 광원에서 나오거나 물체에서 반사된 빛은 수정체를 지나 망막에 도달한다. 망막에는 빛을 감응하는 시각 세포들이 분포하고 있어 빛을 감지한다. 시각세포에는 색을 구별하는 원뿔 모양의 원뿔 세포와 명암을 구별하는 막대모양의 막대 세포가 있다. 눈의 시각 세포는 파장에 따라 빛을 인식하는 감도가 다르다. 원뿔 세포에는 빨강, 초록, 파랑을 인식하는 시각 세포가 따로 있다. 예를 들어 빨간색을 가진 물체에서 반사된 빛이 눈에 들어오면 빨강을 인식하는 원뿔세포가 반응하여 빨간색을 인식하게 된다. 또 노란색의 물체에서 반사된 빛이 눈에 들어오면 빨강과 초록을 인식하는 시각 세포가 반응하여 노란색으로 인식하게 된다.

사람의 원뿔 세포의 분광 흡수 스펙트럼을 측정하면 다음 그림과 같이 나타난다. 즉, 원뿔 세포가 다른 파장의 빛에 얼마나 반응하느냐에 따라 색을 인식하는 것을 알 수 있다.



원뿔 세포의 분광 감도(상대값)
(천재-물리I-p.182)

b) 빛의 색은 파장으로 나눌 수 있다. 즉, 파장이 짧을수록 보라색이 되고, 파장이 길수록 주황색이나 빨간색이 된다. 따라서 빛의 색을 파장으로 나타내기도 한다. 자연에는 다양한 색의 빛이 있는데, 이렇게 많은 색의 빛을 단지 3가지 색의 빛만으로 만들 수 있다. 그것이 빨강, 초록, 파랑이고, 이것을 빛의 3원색이라고 한다. 노란색에는 두 가지 종류가 있다. 파장이 580 nm인 노란색은 하나의 파장으로 만들어진 노란색이다. 그러나 빨간색과 초록색을 겹쳐서 만든 노란색은 노란색으로 보일 뿐 하나의 파장을 가진 노란색이 아니다. 우리 눈에는 노란색으로 느끼는 것 뿐이다.

c) 옥외의 전광판 광고를 먼 곳에서 보면 화려한 색의 화면을 볼 수 있다. 이 전광판을 가까이 가서 보면 결국 빨강, 초록, 파랑의 세 가지 발광 다이오드가 수많은 색을 만드는 것을 알 수 있다. 컴퓨터 모니터나 텔레비전 브라운관도 빨강, 초록, 파랑의 세 가지 색으로 다양한 색을 표현하는 것을 알 수 있다. 대부분의 영상기기는 이와 같이 빨강, 초록, 파랑의 상대적인 세기를 어떻게 조합하느냐에 따라 색을 구현한다.

단계 3 예시답안)

[전자기파의 발생]

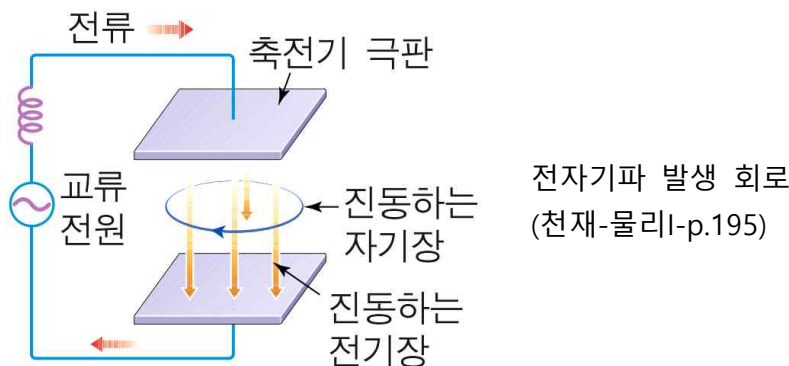
전하가 가속운동을 하거나 전류가 변하면 전하 주위에 생긴 전기장이 변하고, 전하의 흐름에 의해 생긴 자기장도 함께 변한다. 따라서 전기장과 자기장이 함께 변하고, 이러한 변화가 공간을 통해 함께 퍼져나간다. 이것이 전자기파이다.

직선도선의 위아래에 각각 (+)극과 (-)극이 연결되면, 전기장이 위아래로 만들어지게 된다. 도선 내부에 있던 전하는 전기력을 받아 이동하고 전하가 이동할 때 생긴 전류에 의해 도선 주위에 동심원으로 자기장도 동시에 만들어지게 된다. 이번에는 직선 도선 위아래의 (-)극과 (+)극이 바뀌었다고 생각해보자. 그러면 전기

장의 방향이 위아래가 바뀌고 직선 도선 내부의 전하도 반대로 움직여 전류의 방향도 바뀌므로 자기장의 방향도 바뀌게 된다. 이러한 방식으로 직선 도선 위아래의 (+)극과 (-)극이 계속 바뀌게 되면 전기장은 위아래로 변하게 되고, 자기장의 회전 방향도 변하게 된다. 그리고 전자기파가 생긴다.

전하를 가속시키는 방법으로 도선에 교류를 흐르게 하는 방법도 있지만, 간단하게 전기방전을 이용할 수도 있다. 즉, 떨어진 두 전선 사이에 높은 전압을 걸어 두 전선 사이에 방전이 일어나게 하면, 이때 전자가 가속 운동하면서 전자기파가 발생한다.

다음 그림과 같이 축전기에 교류 전류가 흐르면 축전기 양 극판에 충전된 전하량이 계속 변하면서 극판 사이에는 진동하는 전기장이 발생한다. 진동하는 전기장은 전류와 마찬가지로 진동하는 자기장을 유도하고, 또한 진동하는 자기장은 다시 진동하는 전기장을 유도한다. 이렇게 전기장과 자기장이 서로를 번갈아가며 유도하면서 공간을 퍼져나가는 전자기파가 만들어진다.



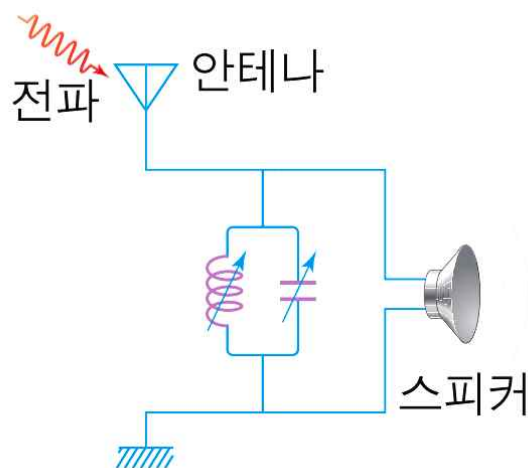
[전파의 수신]

직선으로 만들어진 금속 안테나에 전파가 도착하면 안테나가 전기장 속에 놓이게 된다. 만일 전기장이 아래 방향으로 걸리면 금속 안테나 속의 전자는 전기력을 받으므로 윗방향으로 움직인다. 전파는 계속 아래위로 진동하므로 잠시 후에는 전기장의 방향이 바뀌게 된다. 즉, 전기장이 윗방향으로 걸리면 이번에는 금속 안테나 속의 전자는 전기력을 반대 방향으로 받아 아래 방향으로 움직인다. 결국 진동하는 전파가 오면 금속 안테나 속에서 전자가 위아래로 진동한다. 따라서 금속 안테나에 교류 전류가 흐르는 셈이 된다. 이렇게 생긴 약한 교류 전류를 증폭기로 증폭하면 전파에 실린 여러 가지 신호를 수신할 수 있다.

안테나의 크기를 조절하는 것과 같이 안테나의 구조를 적절하게 조절하면, 대략

적으로 원하는 주파수 대역의 전파를 수신할 수 있다. 안테나에 수신된 전파는 다양한 주파수의 교류전압을 동시에 공급하는 교류 전원의 역할을 한다.

다음 그림과 같이 전파 수신 회로에 있는 코일과 축전기의 전기적 특성으로 회로의 공진 주파수가 결정된다. 공진 주파수와 같은 주파수의 전파가 공명되면서 전기 회로에 강한 전류를 흐르게 한다. 다른 주파수의 전파를 수신할 때에는 코일과 축전기의 특성을 변경하여 공진 주파수를 바꾼다. 보통 라디오 방송을 들을 때는 코일의 특성을 바꾸어 AM과 FM을 선택하고, 축전기의 특성을 바꾸어 원하는 주파수의 방송을 선택한다.



전파의 수신
(천재-물리I-p.196)

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리5	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리, 물리II
	핵심개념 및 용어	불확정성 원리, 슈뢰딩어 방정식, 파동함수, 축전기, 코일, 전자기파 센서, 초음파, 조명기구
예상 소요시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

양자물리에서 위치와 운동량에 관한 불확정성의 원리를 말하고, 파장이 λ 인 빛으로 입자를 관찰하는 사고 실험을 통하여 설명하시오. (단, 분해성능은 대략 사용하는 빛의 파장과 같다고 가정한다.)

단계 2

- 양자물리에서 파동함수와 슈뢰딩어 방정식의 의미를 정성적으로 설명하시오.
- 길이 L 인 1차원 상자 속 입자의 파동함수의 모양을 설명하고, L 에 따른 에너지 준위의 변화를 정성적으로 설명하시오. (입자는 상자 바깥에서 발견된 확률이 0이다.)

단계 3

- 교류회로에서 축전기와 코일이 전류의 크기에 미치는 영향을 교류의 진동수와 축전기와 코일의 고유한 성질을 이용하여 설명하시오.
- 전자기파 센서의 원리와 전자기파를 이용한 정보 인식 방법을 예를 들어 설명하시오.

3. 출제 의도

불확정성 원리, 슈뢰딩거 방정식, 파동함수, 축전기, 코일, 전자기파 센서에 대한 이해

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리I (3) 정보와 통신 (나) 정보의 전달과 저장 ④ 저항, 축전기와 코일을 이용하여 전기신호의 진동수 및 크기를 조절하는 원리를 이해한다. ⑤ 전자기파 센서의 원리와 전자기파를 이용한 정보 인식 방법을 이해한다. 물리II (4) 미시세계와 양자현상 (가) 물질의 이중성 ④ 전자의 속도에 따른 물질파의 파장을 구하고, 전자현미경의 분해성능을 이해한다. (나) 양자물리 ① 불확정성의 원리에 따르면 미시세계의 현상은 고전역학으로 설명될 수 없음을 이해한다. ② 슈뢰딩거 방정식을 알고, 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리I	곽성일 외	천재교육	2011	155-161 204-216 305-312
	물리II	김영민 외	교학사	2011	172-176 231-243 354-365
	물리III	곽성일 외	천재교육	2011	282-297
	물리III	김영민 외	교학사	2011	302-315

5. 문항 해설

고등학교 물리 I 과 물리 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범

위에 포함되어 있다. '물리 I'과 '물리 II'는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 불확정성 원리, 슈뢰딩거 방정식, 파동함수, 축전기, 코일, 전자기파 센서, 초음파, 조명기구에 대한 이해를 확인하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	불확정성의 원리에 따르면 미시세계의 현상은 고전역학으로 설명될 수 없음을 이해한다.	20
2단계	슈뢰딩거 방정식을 알고, 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 이해한다.	40
3단계	저항, 축전기와 코일을 이용하여 전기신호의 진동수 및 크기를 조절하는 원리를 이해한다. 전자기파 센서의 원리와 전자기파를 이용한 정보 인식 방법을 이해한다.	40

7. 예시답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

입자의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 측정할 수 없다.

a) 입자의 위치를 측정하기 위해서 사용한 빛의 파장이 λ 라면 전자의 위치는 대략 λ 정도의 오차가 생긴다. 즉, $\Delta x \sim \lambda$.

b) 파장이 λ 인 빛의 운동량은 $\frac{h}{\lambda}$ 이므로 대략 이 정도의 입자의 운동량 변화가 생긴다. 즉, $\Delta p \sim \frac{h}{\lambda}$.

따라서, 대략적으로 $\Delta x \Delta p \geq h$ 가 된다.

단계 2 예시답안)

a) 파동함수를 $\psi(x)$ 라고 하면, $|\psi(x)|^2$ 이 위치 x 에서 입자를 발견할 "확률" "밀도"에 비례한다. 슈뢰딩어 방정식은 파동함수 $\psi(x)$ 가 만족해야 할 파동 방정식이다.

b) - 입자가 상자 바깥에서 발견된 확률이 0 이므로 파동함수도 상자 바깥에서 정확히 0 이다. 파동함수는 상자의 경계에서 마디를 이루는 정상파 모양이다. 상자 중간에서 정수 개의 마디가 허용된다.

- 각각의 파동함수에 해당하는 입자의 에너지가 "불연속적"으로 허용된다. 마디가 많을수록 에너지가 더 크다.

- L 이 작아지면 이 불연속 에너지 준위 사이의 간격이 더 멀어진다.

단계 3 예시답안)

a) 축전지: 전기용량이 작거나 교류의 진동수가 작으면, 교류의 방향이 미처 바뀌기 전에 축전기에 전하가 다 차게 되어서 저항(용량 리액턴스)이 커지고 전류가 작아진다.

코일: 교류의 진동수가 크거나 자체유도계수가 크면, 코일에 생기는 유도전류가 커져서 저항(유도 리액턴스)이 커지고 전류가 작아진다.

b)

- 전자기파 발생 회로와 수신 회로의 고유진동수(혹은 공명진동수, 공진주파수)가 같으면 수신 회로에 강한 전류가 흐른다. 전자기파 센서는 이러한 "공명" 현상을 이용하여 정보를 수신한다.

- 전파 발생장치에서 발생된 전자기파는 수신 장치에 교류를 발생시키는 교류 전원의 역할을 한다.

- 수신 회로의 자체유도계수나 전기용량을 변화시키면 고유진동수가 변하여 원하는 진동수의 전파만 수신할 수 있다.

- 예를 들어 교통카드 등에는 안테나가 내장되어 있어서 판독기(리더)와 전자기파로 송수신을 할 수 있다.

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(물리)/물리6	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리, 물리II
	핵심개념 및 용어	에너지 띠 이론, 반도체, 다이오드, 신소재(액정), 편광, 흑체, 플랑크 양자화 가설
예상 소요시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

- a) 반도체를 에너지 띠 이론으로 간단히 설명하시오.
- b) p형, n형 반도체의 의미를 설명하고, p-n접합 다이오드의 정류 작용을 간단히 설명하시오.

단계 2

- a) 반사에 의한 편광의 원리를 설명하시오. 물이나 도로 표면 등에서 반사된 빛의 눈부심을 막기 위한 편광 색안경의 편광축 방향은 무엇일까?
- b) 액정 디스플레이(LCD)의 원리를 설명하시오.

단계 3

- a) 흑체의 의미를 설명하고 흑체 복사의 성질을 설명하시오.
- b) 흑체 복사에 관한 빈 법칙, 슈테판-볼츠만 법칙과 플랑크의 양자설의 의미를 간단히 설명하라.

3. 출제 의도

에너지 띠 이론, 반도체, 다이오드, 신소재(액정), 편광, 흑체, 플랑크 양자화 가설의 이해

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
성취 기준	1. 교육과정 문서 물리Ⅰ (2) 물질과 전자기장 (나) 물질의 구조와 성질 ② 에너지띠 이론을 정성적으로 이해하고, 전도성을 기준으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 안다. ③ 불순물 첨가를 통한 PN접합의 원리와 반도체 소자인 다이오드, LED, 트랜지스터 등의 작동원리를 이해한다. ④ 초전도체, 유전체, 액정 등 다양한 신소재의 기본 성질을 이해한다. 물리Ⅱ (3) 파동과 빛 (나) 빛의 이용 ④ 편광의 원리와 응용에 대해 이해한다. (4) 미시세계와 양자현상 (가) 물질의 이중성 ① 흑체복사에 대하여 빈 법칙, 슈테판-볼츠만 법칙 등이 만족됨을 알고 플랑크의 양자설을 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리Ⅰ	곽성일 외	천재교육	2011	129-145
	물리Ⅰ	김영민 외	교학사	2011	143-159
	물리Ⅱ	곽성일 외	천재교육	2011	255-260 239-246
	물리Ⅱ	김영민 외	교학사	2011	270-280 254-257

5. 문항 해설

고등학교 물리 I 과 물리 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '물리 I '과 '물리 II '는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. 에너지 띠 이론, 반도체, 다이오드, 신소재(액정), 편광, 흑체, 플랑크 양자화 가설에 대해 설명할 수 있는 능력을 확인하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	에너지띠 이론을 정성적으로 이해하고, 전도성을 기준으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 안다. 불순물 첨가를 통한 PN접합의 원리와 반도체 소자인 다이오드의 작동원리를 이해한다.	30
2단계	편광의 원리와 응용에 대해 이해하고, 액정 디스플레이에의 응용을 이해한다.	30
3단계	흑체복사에 대하여 빈 법칙, 슈테판-볼츠만 법칙 등이 만족됨을 알고 플랑크의 양자설을 이해한다.	40

7. 예시답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안) 총 30점

- a) 원자가띠(원자의 가장 바깥쪽에 있는 전자가 차지하는 에너지 띠)와 전도띠(원자가 띠 위에 있는 허용된 띠) 사이의 틈이 작아서 작은 에너지로도 전자가 전도띠로 이동하여 전류가 흐를 수 있는 물질 (에너지 띠로 보면 부도체와 비슷하나 띠틈이 작음.)
- b)
- p형 반도체: 원자가 전자가 4개인 실리콘 저마늄과 같은 반도체에 원자가 전자

가 3개인 물질 (예, 알루미늄, 붕소, 인듐)을 첨가한 반도체. (불순물 원자 주변에 자유로이 이동할 수 있는 양공 1개를 가지게 된다.)

- n형 반도체: 원자가 전자가 4개인 실리콘 저마늄과 같은 반도체에 원자가 전자가 5개인 물질 (예, 인, 비소, 안티모니)을 첨가한 반도체. (불순물 원자 주변에 자유로이 이동할 수 있는 여분의 전자 1개를 가지게 된다.)

- p-n접합 다이오드의 정류작용:

순방향: p형 반도체에 전원의 +극, n형 반도체에 전원의 -극을 연결

역방향: p형 반도체에 전원의 -극, n형 반도체에 전원의 +극을 연결

순방향 연결시 p-n접합면에 양공과 전자가 공존하는 영역(접합면)이 생기고 전류가 흐르게 됨. 역방향 연결시 전자와 양공이 접합면에서 멀어지게 됨. 교류의 경우 순방향과 역방향이 반복되면 순방향의 경우에만 전류가 흘러서 정류작용을 할 수 있음.

단계 2 예시답안) 총 30점

a) -빛은 굴절률이 서로 다른 매질의 경계면에서 굴절과 반사를 한다. 반사면에 나란한 방향으로 진동하는 빛이 주로 반사되고 다른 방향으로 진동하는 빛은 약하게 반사된다. 특히 반사광과 굴절광이 서로 직각이 되면 반사광은 완전편광 된다. (브루스터 법칙)

- 반사면에 나란한 빛을 제거하기 위하여 편광축이 연직 방향이어야 한다.

b) 액정은 가늘고 긴 모양의 분자로 이루어져 있는데 액체(유동적 성질)와 고체(결정의 성질)의 성질을 모두 가지고 있다. 즉, 액정은 층을 이루며 일렬로 늘어선 긴 유기분자로 이루어져 있고 이 층들이 서로를 따라 미끄러져 움직이므로 이 액정은 층에 평행한 방향으로 흐를 수 있다. 이러한 층과 수직한 일정한 간격이 결정 같은 특성을 생기게 한다.

액정 디스플레이(LCD)는 가장 위와 아래에 서로 수직인 편광축을 가진 두 개의 편광판과 그 사이를 액정으로 채운 형태이다.

- 전압이 걸려 있지 않을 때: 가장 위의 편광판의 편광 방향이 연속적으로 변하여 가장 아래 편광판의 편광 방향이 되도록 액정 분자들이 편광 방향을 조금씩 회전하여 배열

--> 위의 편광판으로 입사한 빛이 아래 편광판 통과 가능

- 전압이 걸려 있을 때: (액정은 유전체이므로) 액정 분자들이 일정한 방향으로 배열

--> 위의 편광판으로 입사한 빛이 아래 편광판 통과 불가능

이 원리를 이용하여 LCD는 들어오는 빛의 양을 조절하여 통과시키는 셔터의 역할을 한다.

단계 3 예시답안) 총 40점

- a) 입사된 모든 전자기파를 흡수하고 반사하지 않는 물체. 예를 들면,
- 상자에 뚫린 작은 구멍, 땅 바닥에 내려놓은 연탄 구멍 (위 두 경우는 들어간 빛이 반사되어 나올 확률이 매우 작다.)
 - 태양 (태양에서 반사되는 빛은 태양 자체가 내는 빛에 비해 무시할 만큼 작다.)

흑체 복사는 흑체가 전자기파를 방출하는 것을 말한다. 가속하는 전하는 전자기파를 방출한다. 이상적인 흑체는 진동 또는 가속 운동하는 전하에 의하여 모두 똑같은 방식으로 전자기파를 방출한다. 흑체 복사 스펙트럼(흑체 복사의 파장에 따른 에너지 분포)은 흑체를 구성하는 물질의 성질이나 모양, 크기와 상관없이 오직 흑체의 온도에 따라 다르다.

- b) - 빈의 법칙: 흑체 복사 스펙트럼의 최대값을 주는 파장은 온도에 반비례한다.
- 슈테판-볼츠만의 법칙: 흑체에서 단위시간당 단위면적당 복사하는 에너지는 흑체표면의 절대 온도의 네제곱에 비례한다.
 - 흑체 복사 스펙트럼은 고전물리로 설명할 수 없었다. 플랑크가 "흑체에서 나오는 에너지는 특정한 값의 정수배만 가능하다."는 양자설을 도입하여 흑체 복사 스펙트럼을 설명하였다. 이처럼 에너지가 불연속적인 값을 갖는 것을 "에너지가 양자화 되었다"고 한다. 그 당시 물리학에서는 모든 에너지가 연속적인 것으로 생각하였으므로 이 가정은 매우 독창적인 것이다.

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학, 화학II
	핵심 개념 및 용어	산염기 반응, 산염기 적정, 지시약과 중화점
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

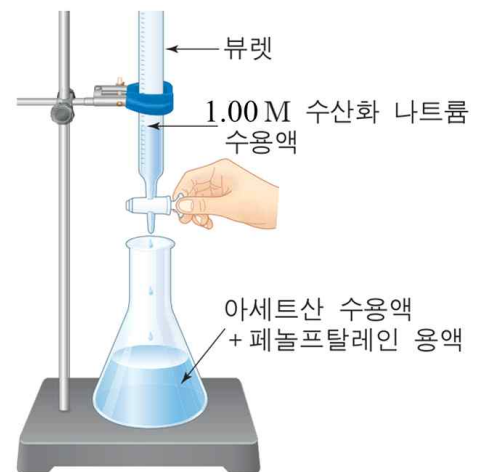
아세트산 용액과 수산화나트륨 용액을 섞으면 화학반응에 의해 열이 발생하게 된다. 위 산염기 반응의 반응식을 적어보시오. 브뢴스테드-로우리의 산염기 정의에 따라 위 반응에서 산과 염기로 작용하는 물질을 찾아보시오.

단계 2

다음은 식초에 포함된 아세트산의 농도를 구하기 위한 실험이다.

<실험>

- (1) 피펫으로 식초 1.00 mL 를 취하여 삼각플라스크에 넣고 증류수를 넣어 용액의 부피를 100 mL 가 되게 묽힌 뒤 페놀프탈레인 용액 2-3방울을 떨어뜨린다.
- (2) 1.00 M 수산화나트륨 용액을 뷰렛에 넣고 수용액을 약간 흘려보낸 후 눈금(a)을 읽는다.
- (3) (1)의 삼각 플라스크에 (2)의 수산화나트륨 용액을 용액의 색깔이 붉게 변할 때까지 조금씩 떨어뜨리고 색깔이 사라지지 않을 때 뷰렛의 눈금(b)을 읽는다.



위의 실험을 통하여 얻을 수 있는 아세트산의 농도는 얼마인가? (뷰렛의 눈금은 아래로 갈수록 커지며, 눈금의 단위는 mL 이다. 수용액의 온도는 25°C로 일정하게 유지한다.)

단계 3

- (1) 위의 과정에서 구하게 되는 식초 속의 아세트산의 농도는 실제값에 비해서 다소 부정확하게 얻어질 것으로 예상된다. 그 이유는 무엇일까?
- (2) 위의 실험을 염산 수용액과 암모니아 수용액으로 진행하는 경우에는 페놀프탈레인을 지시약으로 사용하면 매우 부정확한 결과를 얻게 되는데 그 이유는 무엇인가?

3. 출제 의도

산염기의 정의와 산염기 반응의 반응식을 이해할 수 있다.

산염기 적정실험을 통해 미지의 산 또는 염기의 농도를 구하는 과정을 이해하고, 중화점 및 산염기 적정에 사용해야 하는 지시약의 성질을 이해할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

단계1	적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
	성취 기준	1. 교육과정 문서 (4) 닳은꼴 화학반응(90쪽) (가) 광합성과 호흡, 철광석의 제련과 철의 부식이 산소에 의한 화학적 산화·환원 반응임을 이해한다. (나) 질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화·환원 반응임을 이해한다. (다) 이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기 음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다. (라) 산과 염기가 원소의 산화와 환원에 의해 만들어진다는 사실을 이해한다. (마) 산과 염기의 중화 반응을 이해한다. (바) 암모니아, 아미노산, 핵산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다. (사) 확장된 옥텟 규칙으로 DNA에서 인산의 구조와 역할을 설명하고, A, T, G, C 염기의 수소 결합을 설명할 수 있다.
단계2 단계3	적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
	성취 기준	1. 교육과정 문서 (3) 화학평형(97쪽) (가) 일정한 온도, 압력에서 화학 평형을 자유 에너지의 변화가 없는 상태로 설명할 수 있다. (나) 가역 반응에서 동적 평형의 상태를 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다. (다) 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동함을 관찰하고 이를 설명할 수 있다. (라) 고체, 액체, 기체 사이의 동적 평형과 증기압의 의미를 이해하고 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 도표로 나타낼 수 있다. (마) 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다. (바) 산-염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있고, 공통이온 효과, 염의 가수 분해에 의해 만들어진 용액의 특성을 설명할 수 있다. (사) 이온화도와 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 상대적 세기를 설명할 수 있다. (아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다. (자) 자유 에너지를 통해 산화-환원 반응의 전위차를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학	김희준 외	상상아카데미	2011	190-201
	화학	노태희 외	천재교육	2011	205-232
	화학II	노태희 외	천재교육	2011	166-171
	화학II	김희준 외	상상아카데미	2011	174-182
기타					

5. 문항 해설

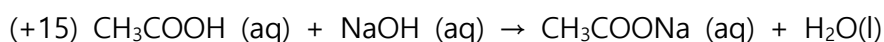
고등학교 화학 I 과 화학 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '화학 I'은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. '화학 II'는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄적으로 이해시키기 위한 과목이다. 산염기 반응 및 산염기 적정과정에 대한 이해와 중화점을 찾기 위해 사용하는 지시약의 성질을 유추해보는 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	산염기 반응의 반응식을 완성하고, 브뢴스테드-로우리 정의에 따라 산과 염기를 각각 구별해낼 수 있다.	15
		15
2단계	산염기 적정의 과정을 이해하고 이를 통하여 미지 시료의 농도를 결정할 수 있다.	20
		20
3단계	지시약의 변색구간을 이용하여 찾게되는 반응의 중화점이 지시약에 따라 이론값과 달라질 수 있음을 이해한다.	15
		15

7. 예시 답안

단계 1 예시답안)



(+15) 양성자를 주는 아세트산이 산으로 양성자를 받는 수산화나트륨이 염기로 작용한다.

단계 2 예시답안)

미지농도(x M)의 아세트산 용액 1 mL를 중화시키기 위하여 1.00 M 의 수산화나트륨을 (b-a) mL 을 가하였으므로 아래와 같이 쓸 수 있다.

(+20) $(x \text{ M}) \times (1 \text{ mL}) = (1.00 \text{ M}) \times (b-a \text{ mL})$

(+20) 따라서 아세트산 용액의 농도는 b-a M 가 된다.

(단위 등 간단한 계산 실수에 따라 5-10점 정도 감점 가능함)

단계 3 예시답안)

(+15) (1) 산염기 중화적정에서는 중화반응이 완성되는 중화점을 찾기 위해 일반적으로 지시약을 사용하게 된다. 지시약에 따라 변색하는 pH 구간이 다르기 때문에 정확한 중화점을 찾는 데에는 한계가 있다.

(+15) (2) 염산과 같은 강산을 약염기인 암모니아로 적정하는 경우에는 약한 염기성에서 변색하는 페놀프탈레인과 같은 지시약을 사용하면 실험에서 얻어지는 중화점이 이론값과 크게 다르게 되어 제대로 된 중화적정 결과를 기대할 수 없다. 대신 약산성에서 색이 변하는 지시약 (예를 들면 메틸오렌지와 같은)을 사용하여 보다 정확한 적정 결과를 얻을 수 있다.

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학I, 화학II
	핵심 개념 및 용어	원자의 구조, 평형상수와 평형의 이동
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

1911년 러더퍼드는 얇은 금박에 양전하를 띄고 있는 α 입자를 충돌하는 실험을 통해 극소수의 α 입자 만이 금박에의 충돌에 의해 그 방향을 바꾸게 됨을 알아낼 수 있었다. 러더퍼드의 α 입자 산란실험의 의미를 설명해보고, 이러한 실험결과를 통해 유추하게 된 원자의 구조에 대해 간단히 설명하시오.

단계 2

- (1) 암모니아는 기체 상태의 질소와 수소 분자를 반응시켜 얻을 수 있다. 이러한 기체 상태에서의 암모니아 합성반응식을 써보시오.
- (2) 375°C 에서 위 반응의 평형상수는 1.2 라고 한다. 용기 속에 각각 5 M, 2 M, 3 M 의 질소, 수소, 암모니아 기체를 혼합하면 위 반응은 어느 쪽으로 진행하게 될지 예측해보시오.

단계 3

화학평형의 이동을 르샤틀리에의 원리 등으로 잘 알려져있다. 이러한 평형이동의 원리를 이용하여 암모니아의 생성량을 늘리기 위한 방법을 세 가지 정도 설명해보시오.

3. 출제 의도

원자의 구조를 알아내기 위한 다양한 실험의 결과를 이해하고 설명할 수 있다. 암모니아 생성반응과 같은 기체반응식을 완결하고 평형상수식을 정확하게 기술할 수 있으며 반응지수와의 비교를 통해 반응의 진행 방향을 예측해볼 수 있다. 또한 평형의 이동의 원리를 적용하여 생성물을 늘리기 위한 방법을 고안해 볼 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

단계1	적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
	성취 기준	1. 교육과정 문서 (2) 개성 있는 원소 (88쪽) (가) 원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고, 지구에서 가장 흔하게 존재하는 H, C, N, O, Fe 등과 같은 원자의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다. (나) 원소의 기원, 핵 반응 및 방사성 동위원소의 특성을 이해한다. (다) 보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다. (라) 오비탈과 스핀 개념을 이해하고, 배타 원리, 훈트 규칙, 쌓임 원리를 적용하여 다전자 원자의 전자 배치를 설명할 수 있다. (마) 주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다.
단계2 단계3	교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
	성취기준· 성취수준	1. 교육과정 문서 (3) 화학평형(97쪽) (가) 일정한 온도, 압력에서 화학 평형을 자유 에너지의 변화가 없는 상태로 설명할 수 있다. (나) 가역 반응에서 동적 평형의 상태를 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다. (다) 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동함을 관찰하고 이를 설명할 수 있다. (라) 고체, 액체, 기체 사이의 동적 평형과 증기압의 의미를 이해하고 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 도표로 나타낼 수 있다. (마) 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다. (바) 산-염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있고, 공통이온 효과, 염의 가수 분해에 의해 만들어진 용액의 특성을 설명할 수 있다. (사) 이온화도와 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 상대적 세기를 설명할 수 있다. (아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다. (자) 자유 에너지를 통해 산화-환원 반응의 전위차를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학	김희준 외	상상아카데미	2011	60-65
	화학	노태희 외	천재교육	2011	58-67
	화학I	노태희 외	천재교육	2011	132-146
	화학II	김희준 외	상상아카데미	2011	124-141
기타					

5. 문항 해설

고등학교 화학 I 과 화학II의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '화학 I'은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. '화학II'는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄적으로 이해시키기 위한 과목이다. 원자의 구조를 밝히기 위한 과학자들의 노력의 결과를 이해하며, 평형상수와 평형이동의 원리를 이용하여 기체반응에서의 반응진행 방향 및 생성물을 더 많이 얻기 위한 반응조건을 찾아내는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	원자핵의 존재를 밝혀낸 러더퍼드의 산란실험 결과를 이해하고 이에 따른 원자구조의 이해의 변화를 설명할 수 있다.	15
		15
2단계	기체반응식을 완결하고 이를 이용하여 평형상수식을 잘 기술할 수 있다. 반응지수와의 비교를 통해 반응의 진행방향을 예측할 수 있다.	10
		15
		15
3단계	화학평형의 원리를 이용하여 다량의 생성물을 얻을 수 있는 반응의 조건을 나열할 수 있다.	30

7. 예시 답안

단계 1 예시답안)

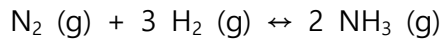
(+15) 양으로 하전된 알파입자 중 극소수만이 그 방향이 휘거나 되튀어 나오는

것으로 미루어 원자의 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하는 크기 작은 입자가 존재함을 알 수 있다.

(+15) 이를 바탕으로 중심의 양전하를 띠는 원자핵이 존재하며 그 주위를 음전하를 띠는 전자들이 존재하는 원자모형으로 발전하게 되었다.

단계 2 예시답안)

(1) (+10) 화학반응식은 다음과 같다.



(2) (+15) 위 반응의 평형상수는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$K = [\text{NH}_3]^2 / [\text{N}_2][\text{H}_2]^3$$

(+15) 반응지수 $Q = 3^2 / 5 \cdot (2)^3 = 0.225 < 1.2$ 이므로 반응은 정반응 쪽으로 이동한다.

단계 3 예시답안)

위 기체반응의 평형을 정반응 쪽으로 이동하기 위해서는 아래와 같은 방법을 사용할 수 있다. (각각 10점씩 부여; 3가지 이상 설명시 30점 만점)

(1) 기체의 분자수가 감소하는 반응이므로 반응용기의 압력을 높이면 암모니아 생성량을 늘릴 수 있음, (2) 반응물의 수소의 농도를 증가시키면 암모니아의 생성량을 높일 수 있음, (3) 발열반응이므로 반응계의 온도를 낮추면 암모니아의 생성량을 높일 수 있으나 반응속도도 감소하게 되어 비경제적일 수 있음. (위의 답 외에도 끓는점의 차이를 이용하여 암모니아를 액화시켜 정반응 쪽으로 평형을 이동시키는 방법의 경우도 정답으로 인정 가능함)

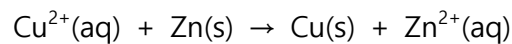
1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학, 화학II
	핵심 개념 및 용어	광합성, 산화 환원 반응, 표준 수소 전극, 표준 환원 전위, 이온화 상수
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

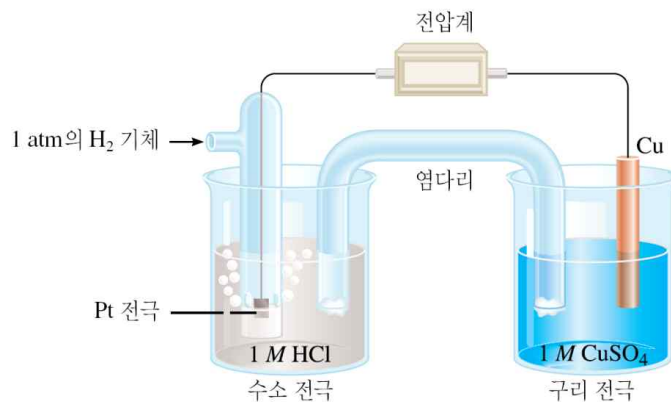
단계 1

- (1) 식물의 광합성과 호흡을 산화-환원 반응으로 설명하시오.
- (2) 황산 구리(CuSO_4) 수용액에 아연을 넣을 때, 구리 이온과 아연의 반응식은 아래와 같이 쓸 수 있는데, 해당 산화-환원 반응에서 산화제와 환원제를 결정하시오.



단계 2

- (1) 표준 수소 전극을 설명하고, 산화-환원 반응에서 표준 수소 전극이 필요한 이유를 설명하시오.
- (2) 아래 그림과 같이 구리 반쪽 전지를 구성하면 구리 전지의 표준 환원 전위 0.34 V를 얻을 수 있다. 이와 유사하게 납 반쪽 전지를 구성하면 -0.13 V의 표준 환원 전위를 얻게 된다. 황산 구리 (CuSO_4) 수용액에 납판을 넣는다면 새로운 반응을 기대할 수 있을까? 아니면, 아무 반응도 일어나지 않을까? 답을 말하고, 그 이유를 설명하시오.



단계 3

25 °C 온도 조건에서 100 mL 유리병에 0.10 M HCOOH 수용액을 보관하고 있다. 용액 내에 H_3O^+ 의 농도가 4.2×10^{-3} M일 때 폼산의 이온화 상수를 구하시오.

3. 출제 의도

광합성과 호흡 과정을 산화-환원 반응으로 설명할 수 있다. 화학 반응식에서 산화제와 환원제를 결정할 수 있다. 산화-환원 반응의 동시성을 이해하고, 반쪽 전지 실험에서 기준이 되는 표준 수소 전극의 필요성을 설명할 수 있다.

약산 수용액에서 이온화 상수를 구하는 식을 완성하고, 이온화 상수 식을 사용하여 주어진 농도 조건에서 이온화 상수를 구할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	<p>(4) 뉘른볼 화학반응 (90쪽)</p> <p>(가) 광합성과 호흡, 철광석의 제련과 철의 부식이 산소에 의한 화학적 산화·환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(나) 질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화·환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(다) 이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기 음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다.</p> <p>(라) 산과 염기가 원소의 산화와 환원에 의해 만들어진다는 사실을 이해한다.</p> <p>(마) 산과 염기의 중화 반응을 이해한다.</p> <p>(바) 암모니아, 아미노산, 핵산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다.</p> <p>(사) 확장된 옥텟 규칙으로 DNA에서 인산의 구조와 역할을 설명하고, A, T, G, C 염기의 수소 결합을 설명할 수 있다.</p> <p>(3) 화학평형(97쪽)</p> <p>(가) 일정한 온도, 압력에서 화학 평형을 자유 에너지의 변화가 없는 상태로 설명할 수 있다.</p> <p>(나) 가역 반응에서 동적 평형의 상태를 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.</p> <p>(다) 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동함을 관찰하고 이를 설명할 수 있다.</p> <p>(라) 고체, 액체, 기체 사이의 동적 평형과 증기압의 의미를 이해하고 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 도표로 나타낼 수 있다.</p> <p>(마) 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.</p> <p>(바) 산-염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있고, 공통이온 효과, 염의 가수 분해에 의해 만들어진 용액의 특성을 설명할 수 있다.</p> <p>(사) 이온화도와 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 상대적 세기를 설명할 수 있다.</p> <p>(아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>(자) 자유 에너지를 통해 산화-환원 반응의 전위차를 설명할 수 있다.</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	박종석 외	교학사	2018	206-212 224-243
	화학	류해일 외	비상교육	2017	197-202 220-224
	화학II	박종석 외	교학사	2017	178-189 198-209
	화학II	류해일 외	비상교육	2017	177-181 190-196
기타					

5. 문항 해설

고등학교 화학 I 과 화학II의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. ‘화학 I’은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. ‘화학II’는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄적으로 이해시키기 위한 과목이다. 산-염기, 산화-환원 반응에 대한 이해와 과학 이론에 근거한 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	산화, 환원 반응을 이해한다. 광합성과 호흡 과정에서 일어나는 반응을 산화-환원 반응으로 설명할 수 있다. 산화-환원 반응에서 산화제와 환원제를 결정할 수 있다.	5
		5
		5
		5
		5
		5
2단계	표준 수소 전극의 정의를 이해한다. 산화-환원 반응의 동시성을 이해하고, 반쪽 전지 실험에서 기준이 되는 표준 수소 전극의 필요성을 설명할 수 있다.	10
		10
		10
		10
3단계	폼산과 물의 화학반응식을 쓰고, 이로부터 이온화 상수를 구하는 식을 완성할 수 있다. 이온화 상수 식을 사용하여 약산 수용액의 경우 주어진 농도 조건에서 이온화 상수를 구할 수 있다.	10
		10
		5
		5

7. 예시 답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

단계 1 예시답안)

산소를 얻는 반응은 산화 반응이고, 산소를 잃는 반응은 환원 반응이다 (+5점). 광합성은 산소를 잃는 (발생시키는) 반응이므로 환원 반응이고 (+5점), 호흡은 산소를 얻는 반응이므로 산화 반응이다 (+5점).

전자를 잃는 반응이 산화 반응이고, 스스로 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 것을 환원제라고 한다 (+5점). 따라서 아연(Zn)이 환원제이다 (+5점). 반대로 자신은 환원되면서 아연을 산화시키는 구리 이온(Cu^{2+})은 산화제이다 (+5점).

단계 2 예시답안)

(1) 표준 수소 전극은 수소 이온의 농도가 1 M인 수용액에 백금 전극을 꽂고 1 기압, 25 °C의 수소 기체를 주위에 채운 구조이며, 이 반쪽 전지의 전위를 0 V로 정한다 (+10점). 산화-환원 반응은 동시에 일어나므로 어느 한쪽의 반쪽 전지만 분리하여 전위를 측정할 수 없다. 따라서 반쪽 전지의 전위는 특정한 반쪽 전지를 기준으로 하여 상대 값으로 정하는데, 이런 기준이 되는 반쪽 전지가 표준 수소 전극이다 (+10점).

(2) 황산 구리(II) 수용액에 납판을 넣으면 납판 표면에 구리가 석출된다 (+10점), 이것은 납이 구리보다 산화되기 쉬워서 (이온화 경향이 크므로) 납(Pb)은 전자를 잃어 산화되고, 구리 이온 (Cu^{2+})은 전자를 얻어 환원되기 때문이다 (+10점).

단계 3 예시답안)



처음농도(M)	0.10	0	0
반응농도(M)	-4.2×10^{-3}	4.2×10^{-3}	4.2×10^{-3}
평형농도(M)	$0.10 - 4.2 \times 10^{-3}$	4.2×10^{-3}	4.2×10^{-3}

(+10점)

이온화상수 $K_a = [\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HCOOH}]$ 이다 (+5점).

$$K_a = (4.2 \times 10^{-3}) \times (4.2 \times 10^{-3}) / (0.10 - 4.2 \times 10^{-3}) = 1.8 \times 10^{-4} \quad (+5점).$$

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학4	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학, 화학II
	핵심 개념 및 용어	이온화 경향, 화학 전지, 분극 현상, 산화 전극, 환원 전극, 중화 반응
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

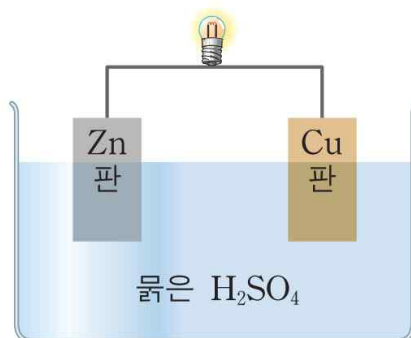
2. 문항 및 제시문

단계 1

- (1) 황산 철(II) 수용액에 아연판을 넣어두면 아연이 녹고 철이 석출된다. 이러한 반응을 설명하기 위하여 금속의 이온화 경향을 정의하고, 아연과 철 중 이온화 경향이 큰 금속을 결정하시오.
- (2) 아연과 구리를 이용하여 화학 전지를 만들 수 있는데, 화학 전지가 무엇인지 설명하시오.

단계 2

- (1) 아연판과 구리판을 묶은 황산에 넣고 도선으로 연결할 때, 산화 전극과 환원 전극을 결정하고, 각 전극에서 일어나는 반응을 설명하시오.
- (2) 아래 전지는 전류가 흐르기 시작하면 전압이 급격하게 떨어지게 되는데, 그 이유를 설명하시오. 이러한 문제를 해결하기 위해서 염다리를 이용할 수 있는데, 염다리를 이용한 전지 구성을 설명하시오.



단계 3

실험실에서 0.2 M 염산(HCl) 10 mL를 중화하고자 한다. 0.01 M 수산화 나트륨

(NaOH) 수용액으로 중화한다면 몇 mL의 수산화 나트륨 수용액이 필요한 지 계산하시오.

3. 출제 의도

금속 이온의 이온화 경향을 비교할 수 있다. 산화 환원 반응을 이해하고 화학 전지의 개념을 설명할 수 있다. 산화 전극과 환원 전극에서 일어나는 반응을 이해함으로써, 실제 전지 실험에서 발생하는 문제점을 분석하고, 해결할 수 있는 사고를 할 수 있다.

중화 반응에 대한 이해를 바탕으로 중화 반응의 양적 관계를 설명할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	<p>(4) 땀은뽀 화학반응 (90쪽)</p> <p>(가) 광합성과 호흡, 철광석의 제련과 철의 부식이 산소에 의한 화학적 산화·환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(나) 질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화·환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(다) 이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기 음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다.</p> <p>(라) 산과 염기가 원소의 산화와 환원에 의해 만들어진다는 사실을 이해한다.</p> <p>(마) 산과 염기의 중화 반응을 이해한다.</p> <p>(바) 암모니아, 아미노산, 핵산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다.</p> <p>(사) 확장된 옥텟 규칙으로 DNA에서 인산의 구조와 역할을 설명하고, A, T, G, C 염기의 수소 결합을 설명할 수 있다.</p> <p>(3) 화학평형(97쪽)</p> <p>(가) 일정한 온도, 압력에서 화학 평형을 자유 에너지의 변화가 없는 상태로 설명할 수 있다.</p> <p>(나) 가역 반응에서 동적 평형의 상태를 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.</p> <p>(다) 농도, 압력, 온도가 변함에 따라 화학 평형이 이동함을 관찰하고 이를 설명할 수 있다.</p> <p>(라) 고체, 액체, 기체 사이의 동적 평형과 증기압의 의미를 이해하고 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 도표로 나타낼 수 있다.</p> <p>(마) 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.</p> <p>(바) 산-염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있고, 공통이온 효과, 염의 가수 분해에 의해 만들어진 용액의 특성을 설명할 수 있다.</p> <p>(사) 이온화도와 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 상대적 세기를 설명할 수 있다.</p> <p>(아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>(자) 자유 에너지를 통해 산화-환원 반응의 전위차를 설명할 수 있다.</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	박종석 외	교학사	2018	206-212 224-243
	화학	류해일 외	비상교육	2017	197-202 220-224
	화학II	박종석 외	교학사	2017	178-189 198-209
	화학II	류해일 외	비상교육	2017	177-181 190-196
기타					

5. 문항 해설

고등학교 화학 I 과 화학II의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. '화학 I'은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. '화학II'는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄적으로 이해시키기 위한 과목이다. 산-염기, 산화-환원 반응에 대한 이해와 과학 이론에 근거한 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	이온화 경향을 이해하고, 금속 이온의 이온화 경향을 비교할 수 있다. 산화 환원 반응을 이해하고, 화학 전지의 개념을 설명할 수 있다.	10
		5
		10
		5
2단계	산화 전극과 환원 전극에서 일어나는 반응을 이해하고, 금속 이온의 이온화 경향에 따라 산화 환원 전극을 구성할 수 있다. 전극에서 일어나는 반응을 이해함으로써, 실제 전지 실험에서 발생하는 문제점을 분석하고, 해결할 수 있는 사고를 할 수 있다.	10
		10
		10
		10
3단계	중화 반응을 이해하고, 중화 반응의 양적 관계를 통해서 중화 반응에 필요한 수용액의 부피를 계산할 수 있다.	10
		10
		10

7. 예시 답안

GIST대학 구술면접은 단편적인 지식 확인 보다, 논리적인 사고과정을 통해 GIST대학에서 수학할 수 있는 능력 및 사고력의 확장을 평가함. GIST대학 구술면접은 평가위원의 문제설명과 학생의 답변과정에서 부연설명 및 힌트를 제공 할 수 있음.

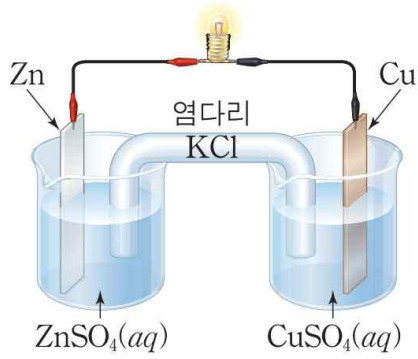
단계 1 예시답안)

금속 원소가 전자를 잃고 양이온으로 이온화하는 경향을 이온화 경향이라고 정의한다 (+10점). 철과 아연을 비교할 때 아연의 이온화 경향이 더 크기 때문에 아연이 산화하여 이온이 되고 철은 환원되어 석출되게 된다 (+5점). 화학 전지란, 외부에서 에너지를 가하지 않아도 자발적으로 일어나는 산화-환원 반응을 이용하여 (+10점) 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치를 말한다 (+5점).

단계 2 예시답안)

- (1) (볼타 전지) 아연판이 산화 전극 (-극)이고, 구리판이 환원 전극 (+극)이다 (+10점). 아연판에서는 아연이 전자를 잃어 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액 속으로 녹아 들어가고 생성된 전자는 도선을 따라 구리판으로 이동한다. 구리판에서는 수소 이온(H^+)이 전자를 받아 수소(H_2) 기체가 발생한다 (+10점).
- (2) 환원 전극인 구리판 표면에서 발생한 수소(H_2) 기체가 구리판에 달라붙어 용액 속의 수소 이온(H^+)이 전자를 받아 환원되는 것을 방해하기 때문이다 (분극 현상) (+10점). 다니엘 전지를 사용하여 볼타 전지의 단점인 분극 현상을 해결할 수 있다. 아연판을 황산 아연 ($ZnSO_4$) 수용액에, 구리판을 황산 구리($CuSO_4$) 수용액에 각각 넣고 두 용액을 염다리로 연결하여 전지를 만들 수 있다. 그러면 아연판에서는 아연이 전자를 잃고 아연 이온 (Zn^{2+})으로 산화되고, 생성된 전자는 도선을 따라 구리판으로 이동한다. 구리판에서는 구리 이온 (Cu^{2+})이 전자를 받아 구리(Cu)로 환원된다 (+10점).

다니엘 전지의 예



단계 3 예시답안)

HCl 1몰은 H^+ 1몰을 내놓을 수 있고, NaOH 1몰은 OH^- 1 몰을 내놓을 수 있다 (+10점). 중화 반응의 양적 관계 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 를 이용하여 NaOH 수용액의 부피를 구한다 (+10점). $1 \times 0.2 \text{ M} \times 10 \text{ mL} = 1 \times 0.01 \text{ M} \times V_2 \therefore V_2 = 200 \text{ mL}$ (+10점).

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학5	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심 개념 및 용어	이온결합, 물질의 상태, 기체의 부분 압력, 화학 반응의 양적 관계, 자유에너지, 반응의 자발성
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계1

드라이아이스(CO_2), 얼음(H_2O), 소금결정 (NaCl) 이 대기압에서 고체 상태로 존재하고 있다. 녹는 점을 비교하여 녹는 점이 낮은 물질부터 나열하시오. 나열한 이유를 각 물질에 주로 작용하는 분자간 힘이나 결합력의 세기를 이용하여 설명하시오.

단계2

고체 탄산칼슘의 분해 반응식은 다음과 같다.

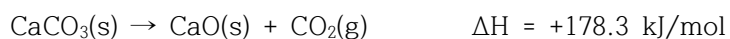


10 g 의 탄산칼슘을 분해하여 얻어지는 이산화탄소 기체가 300 K, 1 L 의 용기 A에 들어 있다. 이 기체가 나타내는 압력은 얼마인가? 이 용기 A 는 같은 온도의 N_2 기체 (2 L, 3 atm) 가 들어 있는 용기 B 와 연결되어 있고 연결 꼭지는 잠겨 있다. 꼭지를 열어 두 기체를 혼합했을 때 이산화탄소 기체가 나타내는 부분 압력과 전체 압력을 구하시오. (CaCO_3 의 분자량은 100 으로 계산하고, 모든 기체는 이상기체처럼 행동한다.)



단계3

고체 탄산칼슘의 분해 반응은 흡열반응이다.



이 반응이 일어나는 계의 엔트로피 부호를 예측하고 이유를 설명하시오. 특정온도 이하에서는 이 반응이 자발적으로 일어나지 않는 이유를 설명하시오.

3. 출제 의도

고체 상태 물질의 분자간 힘이나 이온 결정 물질의 결합력의 종류를 알고 크기를 비교할 수 있는지 확인하며 이상기체방정식의 활용과 부분압력 계산을 수행할 수 있다.

화학반응의 열역학을 이해하고 자발성을 예측할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정"
성취 기준	(1) 화학의 언어 (88 쪽) (3) 아름다운 분자 세계 (89쪽) (1) 다양한 모습의 물질 (96쪽) (가) 여러 가지 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 안다. (나) 기체의 온도, 압력, 부피 사이의 관계 및 기체 분압의 의미를 설명하고, 이상 기체 상태 방정식을 이해한다. (다) 온도에 따른 기체 분자 운동의 특성을 이해하고, 확산 속도와 분자량의 관계를 설명할 수 있다. (라) 물의 분자 구조와 수소 결합의 특성을 이용하여 물의 밀도, 열용량, 표면장력, 모세관현상 등의 성질을 설명하고, 기상 현상, 식물의 물 흡수 등 자연 및 생명 현상을 설명할 수 있다. (마) 고체의 종류를 설명하고, 금속의 결합 특성과 결정 구조를 설명할 수 있다. (바) 고체, 액체, 기체 사이의 상변화를 설명한다. (사) 용액의 다양한 농도의 개념을 이해하고, 실험 결과를 정량적으로 표현할 수 있다. (아) 묽은 용액의 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압 등 총괄성에 대해 설명할 수 있다. (2) 물질 변화와 에너지 (97쪽)

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	30-55
	화학 I	류해일 외	비상교육	2011	30-59
	화학 II	김희준 외	상상아카데미	2011	22-37 100-120
	화학 II	류해일 외	비상교육	2011	18-34 103-123
기타					

5. 문항 해설

고등학교 화학 I 과 화학 II 의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. ‘화학 I ’은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. ‘화학 II ’는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄적으로 이해시키기 위한 과목이다.

분자간 힘이 고체 및 용액에서 어떻게 작용하는지 이해하고, 이상기체 상태방정식을 활용하며 반응의 자발성을 이해하여 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
단계 1	각 물질을 녹는 점이 낮은 순서대로 맞게 배열하였는가?	15
	각 물질 사이에 작용하는 분자간 힘이나 결합력을 맞게 설명하였는가?	15
단계 2	생성되는 CO ₂ 의 양을 구하고(+10) 이상기체방정식을 이용하여 압력을 구하였는가? (+10)	20
	혼합기체에서 CO ₂ 가 나타내는 부분 압력(+10) 과 전체압력(+10)을 바르게 구하였는가?	20
단계 3	기체생성반응이므로 계의 엔트로피는 증가하는 반응임을 바르게 설명하였는가?	15
	$\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이므로 $ T\Delta S < \Delta H $ 인 상온에서는 반응이 자발적으로 일어나지 않음을 설명하였는가?	15

7. 예시 답안

단계 1

녹는 점이 낮은 순서대로 나열하면 드라이아이스, 얼음, 소금결정 (+15)

(*참고: 드라이아이스 (-56.5℃), 물(0℃), 소금결정(800.7℃))

드라이아이스는 무극성물질이므로 분산력, 얼음은 수소결합, 소금결정은 Na⁺ 와 Cl⁻ 사이에 이온결합이 작용한다. 분자간 힘이 약할수록 낮은 온도에서 고체→액체로 상변화가 일어난다. (+15)

단계2

CaCO₃ 10g / (100g/mol) = 0.1 mol

CaCO₃ 0.1 mol 이 반응하면 CO₂ 0.1 mol 이 생성된다. (+10)

CO₂ 0.1 mol 이 300 K, 1 L 의 용기에서 나타내는 압력

$P = nRT / V = (0.1 \text{ mol} \times 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}) / 1 \text{ L} = 2.46 \text{ atm}$ (+10)

*계산 실수는 2~5점 감점

꼭지를 열면 전체부피가 3 L 로 증가하므로

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$2.46 \text{ atm} \times 1 \text{ L} = P_{\text{CO}_2} \times 3 \text{ L}, P_{\text{CO}_2} = 0.82 \text{ atm} \text{ (CO}_2 \text{ 의 부분압력) (+10)}$$

N₂ 의 부분압력은

$$3 \text{ atm} \times 2 \text{ L} = P_{\text{N}_2} \times 3 \text{ L}, P_{\text{N}_2} = 2 \text{ atm} \text{ (N}_2 \text{ 의 부분압력)}$$

그러므로 전체 압력은 2.82 atm (+10)

*계산 실수는 2~5점 감점

단계3

기체가 발생하는 반응이므로 계의 엔트로피는 증가 ($\Delta S > 0$) (+15)

상온에서는 $|T\Delta S| < |\Delta H|$ 이므로 특정온도 이하에서는 비자발적이다. (+15)

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(화학)/화학6	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심 개념 및 용어	화학 반응의 양적 관계, 이상기체 방정식, 엔탈피, 분자간 힘
예상 소요 시간	7분/전체 20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

양적 관계를 고려하여 프로페인 ($C_3H_8(g)$) 의 연소 화학 반응식을 완성하시오. 44 g 의 프로페인을 연소시켰을 때 생성되는 이산화탄소가 2기압, 273 K에서 차지하는 부피를 구하시오. (단, 생성물은 모두 기체이며, 이산화탄소는 주어진 조건에서 이상기체처럼 행동한다.)

단계 2

다음 표준 생성 엔탈피를 이용하여 프로페인의 연소열을 구하시오.

$$\Delta H_f^\circ(C_3H_8(g)) = -104 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(H_2O(l)) = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(CO_2(g)) = -394 \text{ kJ/mol}$$

표준 생성 엔탈피를 이용하는 것 이외에 프로페인의 연소열을 구할 수 있는 다른 방법을 제안하시오.

단계 3

다음 화합물들을 끓는점이 낮은 순에서 높은 순으로 배열하고, 배열한 이유를 각 화합물마다 작용하는 주요 분자간 힘으로 설명하시오.

에탄올 (C_2H_5OH), 프로페인(C_3H_8), 아세트알데하이드(CH_3CHO), 메테인(CH_4)

3. 출제 의도

양적관계를 이용하여 화학식을 완성할 수 있고, 기체의 압력, 부피 관계를 알고 있는지 확인 화학반응의 엔탈피를 표준생성엔탈피를 활용하여 구할 수 있고 엔탈피를 측정하거나 계산할 수 있는 방법을 제안할 수 있다.

탄소화합물들의 분자간 힘을 알고 있고 이를 이용하여 끓는점 차이를 설명할 수 있다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	(1) 화학의 언어 (88 쪽) (3) 아름다운 분자 세계 (89쪽) (2) 물질 변화와 에너지(97쪽) (가) 화학 반응을 통해 열이 발생하거나 흡수됨을 설명할 수 있다. (나) 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명하고 헤스의 법칙을 설명할 수 있다. (다) 화학 반응에서 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다. (라) 엔트로피의 의미를 정성적으로 설명하고, 고립계에서 자발적 변화와 엔트로피의 관계를 설명할 수 있다. (마) 일정한 온도, 압력에서 자유 에너지의 의미를 정성적으로 이해하고, 자유 에너지가 줄어드는 방향으로 자발적 변화가 일어남을 설명할 수 있다. (바) 온도에 따라 자발적 변화의 방향이 달라질 수 있다는 사실을 통해서 온도에 따른 물질의 상변화를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	30-55 152-165
	화학 I	류해일 외	비상교육	2011	42-59 166-176
	화학 II	김희준 외	상상아카데미	2011	14-21 84-119
	화학 II	류해일 외	비상교육	2011	13-17 82-123
기타					

5. 문항 해설

고등학교 화학 I 과 화학 II의 내용에서 다루어지고 있는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. ‘화학 I’은 공통 교육과정을 이수한 학생들이 현대 지식기반 사회의 민주 시민으로서 화학에 대한 기초 소양을 갖추도록 하기 위한 과목이다. ‘화학 II’는 화학 변화의 거시적 특성, 화학 변화와 생명 현상의 관계 등 심화 내용을 배우고자 하는 학생을 대상으로 화학을 포괄

적으로 이해시키기 위한 과목이다.

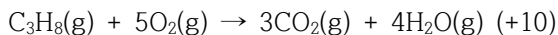
화학반응의 양적 관계를 이해하고 에너지 출입을 이해하여 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
단계 1	양적관계를 알고 있고 이를 이용하여 화학반응식의 계수를 맞출 수 있는가?	10
	이상기체방정식을 이용하여 생성된 CO ₂ 의 부피를 계산할 수 있는가?	20
단계 2	프로페인의 연소열을 표준 생성 엔탈피를 이용하여 식을 세우고 계산할 수 있는가?	20
	결합 에너지값을 이용하여 계산하거나 열량계를 이용하여 측정하는 등의 방법을 제안할 수 있는가?	10
단계 3	화합물들의 끓는 점 순서를 바르게 예측하는가?	20
	각 물질에 작용하는 분자간 힘을 바르게 설명하고 크기를 비교하였는가?	20

7. 예시 답안

단계 1



$$44 \text{ g C}_3\text{H}_8 = 1 \text{ mol}$$

생성되는 CO₂의 mol 수 = 3 mol

273 K, 2 기압

$$PV = nRT$$

$$2 \text{ atm} \times V = 3 \text{ mol} \times 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273 \text{ K}$$

$$V = 33.6 \text{ L} \quad (+20)$$

단계2

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{생성물}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{반응물})$$

$$= 3 \times (-394 \text{ kJ/mol}) + 4 \times (-286 \text{ kJ/mol}) - (-104 \text{ kJ/mol}) = -2222 \text{ kJ/mol} \quad (+20)$$

결합에너지를 이용한다.

$$\sum \text{반응물 결합에너지} - \sum \text{생성물 결합에너지} = \{8 \times (\text{C-H}) + 2 \times (\text{C-C}) + 5 \times (\text{O=O})\} - \{3 \times 2 \times (\text{C=O}) + 4 \times 2 \times (\text{O-H})\}$$

or 열량계로 측정한다. (+10) (참고: 둘 중 하나만 답하여도 +10)

단계3

순서: 메테인, 프로페인, 아세트알데하이드, 에탄올 (+20)

끓는 점은 분자간 힘이 크게 작용할수록 높다.

메테인 - 분산력 작용

프로페인 - 분산력 작용. 분자량이 메테인보다 크므로 분산력이 메테인보다 크다.

아세트알데하이드 - 쌍극자-쌍극자 힘 작용. (분자량은 프로페인과 같지만 쌍극자모멘트가 있다)

에탄올 - 수소결합 작용. (+20)

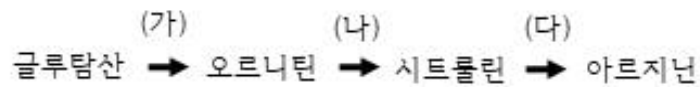
참고: 메테인 (-196 °C), 프로페인 (-42 °C), 아세트알데하이드 (20 °C), 에탄올 (78.4 °C)

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(생명과학)/생명과학1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 II
	핵심 개념 및 용어	유전자와 생명공학, 유전자와 형질발현
예상 소요 시간	7분/전체20분	

2. 문항 및 제시문

붉은빵곰팡이에서 아르지닌은 선구물질인 글루탐산으로부터 아래와 같은 합성 대사 경로를 통해 합성된다. 야생형 붉은빵곰팡이 곰팡이에 X선을 조사하여 3가지 유형의 돌연변이들을 얻었고, 각각의 돌연변이들을 분석한 결과 아래와 같은 표를 얻었다.



		최소배지	최소배지+ 오르니틴	최소배지+ 시트룰린	최소배지+ 아르지닌
야생주		자람	자람	자람	자람
돌연변이 유형	A	자라지 못함	자라지 못함	자람	자람
	B	자라지 못함	자람	자람	자람
	C	자라지 못함	자라지 못함	자라지 못함	자람

1. 돌연변이 A 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.
2. 돌연변이 B 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.
3. 돌연변이 C 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.
4. 비들과 테이텀은 위와 같은 실험을 바탕으로 1유전자 1효설을 주장하였고, 현재는 1유전자 1폴리펩타이드설로 발전하게 되었다. 이렇게 변한 이유를 설명하시오.

3. 출제 의도

분자 수준에서 유전자 형질이 발현되는 과정을 이해하고 있는지를 알아본다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	2015개정_과학과 교육과정
성취 기준	[12생과Ⅱ 04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 Ⅱ	박희송 외	교학사	2018	140~141
	생명과학 Ⅱ	심규철 외	비상교육	2018	150~152
기타					

5. 문항 해설

1유전자 1효소설과 분자 수준에서 유전 형질이 발현되는 과정을 설명할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	효소를 정확히 밝히고(15점), 설명한다(10점).	25
2	효소를 정확히 밝히고(15점), 설명한다(10점).	25
3	효소를 정확히 밝히고(15점), 설명한다(10점).	25
4	1유전자1폴리펩타이드로 재정립 된 이유를 설명 한다(25점).	25

7. 예시 답안

○ 붉은빵곰팡이에서 아르지닌은 선구물질인 글루탐산으로부터 아래와 같은 합성 대사경로를 통해 합성된다. 야생형 붉은빵곰팡이 곰팡이에 X선을 조사하여 3가지 유형의 돌연변이들을 얻었고, 각각의 돌연변이들을 분석한 결과 아래와 같은 표를 얻었다.

(가) (나) (다)
 글루탐산 → 오르니틴 → 시트룰린 → 아르지닌

		최소배지	최소배지+ 오르니틴	최소배지+ 시트룰린	최소배지+ 아르지닌
야생주		자람	자람	자람	자람
돌연변이 유형	A	자라지 못함	자라지 못함	자람	자람
	B	자라지 못함	자람	자람	자람
	C	자라지 못함	자라지 못함	자라지 못함	자람

1. 돌연변이 A 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.

(나)효소에 돌연변이, 시트룰린, 아르지닌을 첨가한 최소배지에서 자랄 수 있다.

2. 돌연변이 B 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.

(가)효소에 돌연변이, 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌을 첨가한 최소배지에서 자랄 수 있다.

3. 돌연변이 C 유형은 (가)~(다) 효소 중에서 어떤 효소에 이상이 있는가? 그 이유를 간단히 설명하시오.

(다)효소에 돌연변이, 아르지닌을 첨가한 최소배지에서 자랄 수 있다.

4. 비들과 테이텀은 위와 같은 실험을 바탕으로 1유전자 1효설을 주장하였고, 현재는 1유전자 1폴리펩타이드설로 발전하게 되었다. 이렇게 변한 이유를 설명하시오.

비들과 테이텀은 돌연변이 유형을 분석한 결과 각 돌연변이주는 아르지닌 합성단계에 필요한 효소를 발현하는 유전자에 결함이 있다는 사실을 발견하고, 1유전자1효설을 주창하였으며, 현재는 단백질이 하나 이상의 폴리펩타이드로 구성되어 기능하는 단백질들이 발견되어 1유전자 1폴리펩타이드로 발전하게 되었다.

1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	학교장추천전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(생명과학)/생명과학2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 II
	핵심 개념 및 용어	유전자와 생명공학, 유전자와 형질발현
예상 소요 시간	7분/전체20분	

2. 문항 및 제시문

아래의 mRNA 유전자표를 활용하여 질문에 답하라.

첫째 염기	둘째 염기				셋째 염기
	U	C	A	G	
U	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	U
	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	C
	루신	세린	종결	종결	A
	루신	세린	종결	트립토판	G
C	루신	프롤린	히스티딘	아르기닌	U
	루신	프롤린	히스티딘	아르기닌	C
	루신	프롤린	글루타민	아르기닌	A
	루신	프롤린	글루타민	아르기닌	G
A	이소루신	트레오닌	아스파라긴	세린	U
	이소루신	트레오닌	아스파라긴	세린	C
	이소루신	트레오닌	리신	아르기닌	A
	메티오닌(개시)	트레오닌	리신	아르기닌	G
G	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	U
	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	C
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	A
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	G

단계 1

원핵세포 유전자 X 의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이라면, 이에 상보적인 DNA 염기서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

상보적 DNA 염기서열 5' -

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 - 3'

단계 2

원핵세포 유전자 X 의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이고, RNA 중합효소가 결합하는 프로모터의 위치가 주어진 염기서열의 5' 왼쪽에 위치한다면 전사된 mRNA의 염기서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

mRNA 염기서열 5' -

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 - 3'

단계 3

원핵세포 유전자 X 의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이고, RNA 중합효소가 결합하는 프로모터의 위치가 주어진 염기서열의 5' 왼쪽에 위치한다면 이 부분의 번역된 아미노산 서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

폴리펩타이드 서열 ----

--	--	--	--

3. 출제 의도

생명 정보의 전사와 번역으로 이어지는 생명 정보의 흐름을 분자 수준에서 이해하고 있는지를 알아본다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	2015개정_과학과 교육과정
성취 기준	[12생과Ⅱ 04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호 표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 II	권혁빈 외	교학사	2017	139~151
	생명과학 II	심규철 외	비상교육	2018	150~157
기타					

5. 문항 해설

분자 수준에서 생명 정보의 발현을 설명할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	각 염기당 3점	36
2	각 염기당 3점	36
3	각 아미노산당 7점	28

7. 예시 답안

1. 원핵세포 유전자 X의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이
 라면, 이에 상보적인 DNA 염기서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

상보적 DNA 염기서열 5' -

--	--	--	--	--	--	--	--

 - 3'

상보적 DNA 염기서열 5' - **C T T C C C A C T C T** - 3'

2. 원핵세포 유전자 X의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이고, RNA 중합효소가 결합하는 프로모터의 위치가 주어진 염기서열의 5' 왼쪽에 위치한다면 전사된 mRNA의 염기서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

mRNA 염기서열 5' - [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] - 3'

mRNA 염기서열 5' -

A	G	A	G	U	G	G	G	A	A	G
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 - 3'

3. 원핵세포 유전자 X의 DNA 일부 단일가닥의 염기서열이 5'-AGAGTGGGGAAG-3' 이고, RNA 중합효소가 결합하는 프로모터의 위치가 주어진 염기서열의 5' 왼쪽에 위치한다면 이 부분의 번역된 아미노산 서열을 아래의 빈칸에 표시하시오.

폴리펩타이드 서열----

--	--	--	--

폴리펩타이드 서열----

아르기닌	발린	글리신	리신
------	----	-----	----

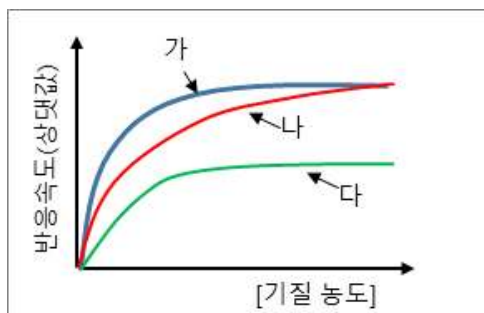
1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	고른기회전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(생명과학)/생명과학3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학I
	핵심 개념 및 용어	효소의 구조와 특성, 효소의 작용
예상 소요 시간	7분/전체20분	

2. 문항 및 제시문

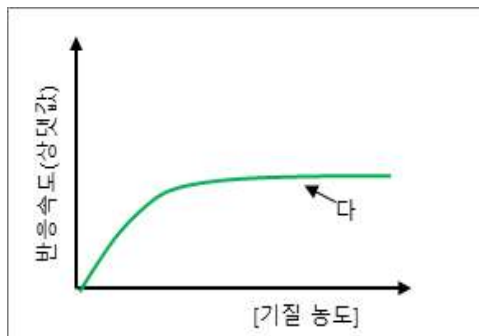
단계1

저해제가 있을 경우 효소의 활성화에 영향을 미친다. 다음 그래프에서 (가)는 저해제가 없을 때의 기질의 농도에 따른 반응속도를 나타낸 것이다. (나)와 (다)는 각각 어떤 저해제를 넣어 준 경우이며, 각각 어떻게 효소의 활성을 저해하는지 설명하시오.



단계2

위의 [단계1]의 그래프에서 (다)시험관 반응에 같은 효소 농도를 2배로 더 넣어 준 경우 예상되는 기질 농도에 따른 반응속도 그래프를 그려 보시오.



단계3

감자즙에는 카탈레이스라는 효소가 있어 과산화수소(H_2O_2)를 산소와 물로 분해하는 반응을 촉매한다. 시험관 I, II, III에 아래 표와 같이 물질들을 섞어 준 후 발생하는 산소의 양을 측정하였을 때 산소가 많이 발생하는 순서대로 적고 그 이유를 설명하시오. 또, 이 실험을 통해 알 수 있는 과학적 사실은 무엇인가?

시험관	I	II	III
감자즙	0 mL	2 mL	2 mL
5% H_2O_2	30 mL	30 mL	30 mL
5% NaOH	0 mL	0 mL	2 mL
증류수	10 mL	8 mL	6 mL

3. 출제 의도

- 효소의 활성에 영향을 미치는 요소들에 대해 이해하고 탐구 활동 실험을 통해 결론을 도출하는 과정을 평가함.
- 효소의 활성에 영향을 미치는 경쟁적, 비경쟁적 저해제의 작용 원리를 이해하고 있는지 평가함.
- 효소의 작용에서 효소와 기질 농도에 따른 반응속도의 변화를 이해하고 있는지 평가함.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”011-3
성취 기준	<p>(1) 세포와 물질 대사</p> <p>세포의 물질대사가 효소를 이용한 화학반응에 의해 이루어지며, 이에 필요한 에너지 공급이 생체막을 통한 에너지 전환과 관련됨을 이해한다.</p> <p>(가) 세포의 특성</p> <p>④ 효소의 구조와 특성을 이해한다.</p> <p>[탐구 활동 예시]</p> <p>③ 효소의 작용 실험하기</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 II	심규철 외	비상교육	2018	54-65
	생명과학 II	이준규 외	천재교육	2018	43-49
기타					

5. 문항 해설

산소의 양은 시험관 II → III → I 순서로 많이 발생할 것이다. 시험관 I에는 감자즙이 없어 효소작용이 일어나지 않으며, 시험관 III에서는 NaOH에 의해 pH의 변화가 생겨 효소의 활성이 억제될 것이다. 이 실험을 통해 효소의 작용은 pH의 영향을 받는다는 과학적 사실을 결론내릴 수 있을 것이다.

경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제의 작용을 구분할 수 있어야 한다. (나) 경쟁적 저해제는 가효소의 활성 부위에 대해 기질과 경쟁하며 기질의 농도가 매우 많아지면 점차 효소 반응의 최대 속도까지 도달할 수 있다. (다) 비경쟁적 저해제는 효소의 활성 부위가 아닌 알로스테릭 부위에 결합하여 효소의 형태를 변화시키고 기질이 효소에 결합하는 것을 방해한다. 효소의 양을 늘려도 저해제가 없을 때 만큼의 반응 최대속도에 도달하기 어렵다.

효소를 2배로 더 넣어 준 경우 기질 농도에 따른 반응속도는 증가할 것이다. 그래프의 y-축인 최대속도 (상댓값)은 (다)보다 2배정도 빠르게 반응이 일어날 것이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
단계1	<p>(나) 경쟁적 저해제는 (가) 효소의 활성 부위에 대해 기질과 경쟁하며 기질의 농도가 매우 많아지면 점차 효소 반응의 최대 속도까지 도달할 수 있다. (15점)</p> <p>(다) 비경쟁적 저해제는 효소의 활성 부위가 아닌 알로스테릭 (입체자리) 부위에 결합하여 효소의 형태를 변화시키고 기질이 효소에 결합하는 것을 방해한다. 효소의 양을 늘려도 저해제가 없을 때 만큼의 반응 최대속도에 도달하기 어렵다. (15점)</p>	30
단계2	<p>효소를 2배로 더 넣어 준 경우 기질 농도에 따른 반응속도는 증가할 것이다. 그래프의 y-축인 최대속도 (상댓값)은 (다)보다 2배정도 빠르게 반응이 일어날 것이다. (15점)</p> <p>그림. (15점)경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제의 작용을 구분할 수 있어야 한다.</p>	30점
단계3	<p>산소의 양은 시험관 II → III → I 순서로 많이 발생할 것이다. (10점)</p> <p>시험관 I에는 감자즙이 없어 효소작용이 일어나지 않으며, 시험관 III에서는 NaOH에 의해 pH의 변화가 생겨 효소의 활성이 억제될 것이다. (15점)</p> <p>이 실험을 통해 효소의 작용은 pH의 영향을 받는다는 과학적 사실을 결론내릴 수 있을 것이다. (15점)</p>	40점

7. 예시 답안

단계1. 저해제가 있을 경우 효소의 활성에 영향을 미친다. 다음 그래프에서 (가)는 저해제가 없을 때의 기질의 농도에 따른 반응속도를 나타낸 것이다. (나)와 (다)는 각각 어떤 저해제를 넣어 준 경우이며, 각각 어떻게 효소의 활성을 저해하는지 설명하시오.

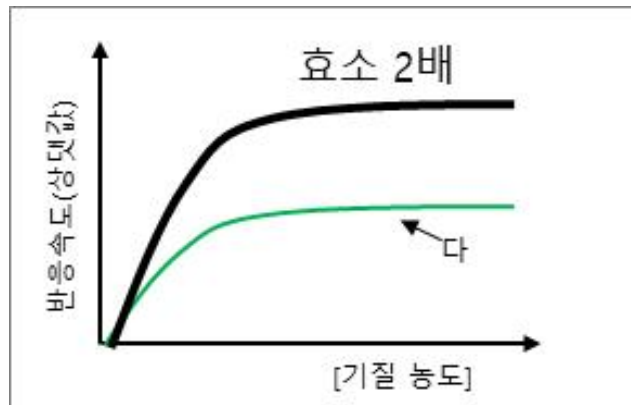
(나)는 경쟁적 저해제가 있을 경우이며, 효소의 활성 부위에 결합할 수 있어 기질과 경쟁하게 된다. 따라서 기질의 농도가 매우 많아지면 점차 효소 반응의 최대 속도까지 도달할 수 있다.

(다)는 비경쟁적 저해제가 있을 경우이며, 효소의 활성 부위가 아닌 알로스테릭 부위에 결합하여 효소의 형태를 변화시킨다. 그로인해 기질이 효소에 결합할 수 없어 효소-기질 결합물의 형성이 잘 안 이루어지므로 아무리 효소의 양을 늘려도 저해제가 없을 때 만큼의 반응 최대속도에 도달하기 어렵다.

단계2. 위의 [단계2]의 그래프에서 (다)시험관 반응에 같은 효소 농도를 2배로 더 넣어 준 경우 예상되는 기질 농도에 따른 반응속도 그래프를 그려 보시오.

효소를 2배로 더 넣어 준 경우 기질 농도에 따른 반응속도는 증가할 것이다. 그래프의 y-축인 최대속도 (상댓값)은 (다)보다 2배정도 빠르게 반응이 일어날 것이다.

[그림]



단계3. 감자즙에는 카탈레이스라는 효소가 있어 과산화수소(H_2O_2)를 산소와 물로 분해하는 반응을 촉매한다. 시험관 I, II, III에 아래 표와 같이 물질들을 섞어 준 후 발생하는 산소의 양을 측정하였을 때 산소가 많이 발생하는 순서대로 적고 그 이유를 설명하시오. 또, 이 실험을 통해 알 수 있는 과학적 사실은 무엇인가?

산소의 양은 시험관 II → III → I 순서로 많이 발생할 것이다.

시험관 I에는 감자즙이 없어 효소작용이 일어나지 않으며, 시험관 III에서는 NaOH에 의해 pH의 변화가 생겨 효소의 활성이 억제될 것이다.

이 실험을 통해 효소의 작용은 pH의 영향을 받는다는 과학적 사실을 결론내릴 수 있을 것이다.

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(생명과학)/생명과학4	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학II
	핵심개념 및 용어	세포의 생명활동, 소화계
예상 소요시간	7분/전체20분	

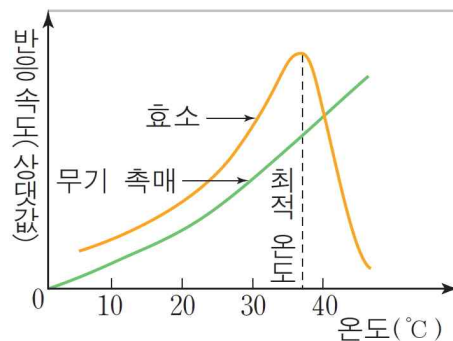
2. 문항 및 제시문

단계 1

우리 몸에서 단백질은 효소나 호르몬 등의 성분으로서 물질대사나 생리 조절 작용, 신호전달, 세포내 항상성 유지에 매우 중요한 역할을 한다. 단백질을 구성하는 기본 단위에 대해 설명하시오.

단계 2

다음은 효소와 무기 촉매의 온도에 따른 반응속도를 비교한 그래프이다. 효소가 온도에 따른 그래프와 같은 반응 속도를 보인 이유를 설명하고, 효소의 반응속도에 영향을 미치는 온도 이외 요인에 대해 말해 보시오.



단계 3

우리 몸에서 단백질을 소화시킬 때 관여하는 효소와 분비 장소를 말하고 이러한 효소들의 반응속도에 가장 큰 영향을 미치는 요인에 대해 효소의 예에 대해 설명하시오.

3. 출제 의도

- 단백질을 이루는 기본 구성단위를 이해하고 기본 구조를 알고 있는지 평가함
- 효소는 세포내 화학반응의 촉매로 작용하고, 단백질로 구성되어 있음을 평가함
- 효소의 활성화에 영향을 미치는 요소를 파악하고 각각의 요소가 효소 활성화에 미치는 기전 이해 평가
- 단백질 소화와 작용하는 소화 효소 및 소화 효소에서 효소 활성화에 영향을 미치는 요소들의 영향 평가

4. 출제근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	1. 교육과정 문서 (1) 항상성과 건강 (105쪽) 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다. (가) 생명활동과 에너지 ① 세포의 생명활동을 안다. ② 소화, 순환, 호흡, 그리고 배설의 의미를 양분의 흡수 및 에너지 출입과 관련하여 설명할 수 있다. ③ 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다.

나) 자료 출처

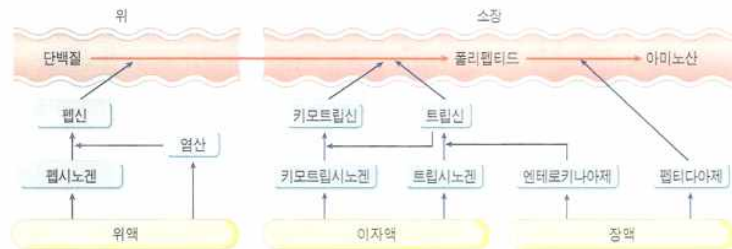
참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철	비상교육	2018	128~135
	생명과학 I	이길재	상상아카데미	2018	120~127
	생명과학 II	심규철	비상교육	2018	54~66
	생명과학 II	이길재	상상아카데미	2018	46~55

5. 문항 해설

단백질은 아미노산의 단위체로 구성이 되어 있으며 각각의 아미노산은 아미노기, 카르복실기, 곁사슬로 구성이 되어 있다. 단백질은 우리 몸에서 많은 역할을 하지만,

단백질의 중요한 역할 중 하나는 세포내 화학반응의 촉매인 효소로 작용을 한다. 효소는 단백질로 구성이 되어 있기 때문에 온도와, pH 등과 같이, 비공유 결합에 영향을 미칠 수 있는 인자에 의해 구조에 변형이 생겨 효소 활성 변화가 일어나게 된다. 우리 몸의 소화에 관여하는 단백질 역시 효소이며, 특히 단백질의 소화 효소는 pH에 민감하다. 위에서 펩시노겐이 산성에 의해 펩신으로 활성화 된다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	단백질을 이루는 기본 구성 단위는 아미노산 (5점)이며, 탄소를 중심으로 수소, 아미노기(5점), 카르복실기(5점), 곁사슬(5점)이 결합되어 있는 구조이다.	20
2단계	<p>효소는 단백질로 구성됨.</p> <p>최적 온도보다 낮은 온도: 온도가 높아질수록 반응 속도가 증가한다. → 저온에서는 분자 운동이 느려 효소 · 기질 복합체가 잘 형성되지 않아 효소의 활성이 낮아지기 때문이다 (10점).</p> <p>최적 온도보다 높은 온도: 반응 속도가 급격히 감소한다. → 고온에서는 효소의 단백질 부분이 열에 의해 변성되어 효소의 입체 구조가 변형되어 효소 활성을 잃는다 (10점).</p> <p>온도, pH, 기질 및 효소의 농도, 저해제 (각 5점)</p> <p>(추가답안: 효소는 주로 단백질로 구성되어 있기 때문에 단백질의 구조에 영향을 미친다. 효소는 최적 온도 밖에서는 단백질의 입체가 구조가 변하여 활성(기능)을 잃어버리게 된다. 열에 의해 변성된 효소는 온도를 다시 낮추어도 활성이 회복되지 않는다. 최적 온도보다 높은 온도에서 효소 분자가 너무 빠르게 진동하고 뒤틀려 비공유결합 (이온성 상호 작용 (ionic interaction), 반데르 발스 힘 (van der Waals force), 소수성 측쇄 (hydrophobic interaction), 수소결합) 중의 일부가 깨지기 때문에 효소는 불활성화 된다. 열은 효소의 3차 (혹은 4차) 구조에 변화를 주게 된다.)</p>	40
3단계	 <p>위액 (5점), 이자액 (5점), 장액 (5점)</p> <p>강력한 분해효소인 펩신이 위장벽 세포를 망가뜨리지 않게 펩시노겐의 형태로 발현된다. 산성에서는 펩시노겐이 그 3차원 구조가 변하여 자기 스스로 일부 펩티드를 잘라내고, 완전한 활성을 가진 펩신으로 변화하게 된다. 펩시노겐은 pH2 정도에서 구조변화를 통한 활성화 효소인 펩신으로 된다. 그 외 효소들은 pH 7~8에서 활성화 된다 (25점)</p>	40

7. 예시답안

1. 예시답안

단백질을 이루는 기본 구성 단위는 아미노산이며, 탄소를 중심으로 수소, 아미노기, 카르복실기, 곁사슬이 결합되어 있는 구조이다.

2 예시답안

효소는 단백질로 구성됨.

최적 온도보다 낮은 온도: 온도가 높아질수록 반응 속도가 증가한다. → 저온에서는 분자 운동이 느려 효소 · 기질 복합체가 잘 형성되지 않아 효소의 활성이 낮아지기 때문이다.

최적 온도보다 높은 온도: 반응 속도가 급격히 감소한다. → 고온에서는 효소의 단백질 부분이 열에 의해 변성되어 효소의 입체 구조가 변형되어 효소 활성을 잃는다.

온도, pH, 기질 및 효소의 농도, 저해제

(추가답안: 효소는 주로 단백질로 구성되어 있기 때문에 단백질의 구조에 영향을 미친다. 효소는 최적 온도 밖에서는 단백질의 입체가 구조가 변하여 활성(기능)을 잃어버리게 된다. 열에 의해 변성된 효소는 온도를 다시 낮추어도 활성이 회복되지 않는다. 최적 온도보다 높은 온도에서 효소 분자가 너무 빠르게 진동하고 뒤틀려 비공유결합 (이온성 상호작용 (ionic interaction), 반데르발스 힘 (van der Waals force), 소수성 측쇄 (hydrophobic interaction), 수소결합) 중의 일부가 깨지기 때문에 효소는 불활성화 된다. 열은 효소의 3차 (혹은 4차) 구조에 변화를 주게 된다.)

3. 예시답안



강력한 분해효소인 펩신이 위장벽 세포를 망가뜨리지 않게 펩시노겐의 형태로 발현된다. 산성에서는 펩시노겐이 그 3차원 구조가 변하여 자기 스스로 일부 펩티드를 잘라내고, 완전한 활성을 가진 펩신으로 변화하게 된다. 펩시노겐은 pH2 정도에서 구조변화를 통한 활성화 효소인 펩신으로 된다. 그 외 효소들은 pH 7~8에서 활성화 된다.

1. 일반정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(생명과학)/생명과학5	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학II
	핵심개념 및 용어	신경계의 기능, 흥분의 전도와 전달, 근수축 운동
예상 소요시간	7분/전체20분	

2. 문항 및 제시문

단계 1

신경계를 구성하는 기본단위 세포를 무엇이라 하는가? 이 세포의 구조를 간략하게 그리고 설명하시오.

단계 2

신경계의 기본단위 세포에서 흥분을 전도하는 방법과 전달하는 방법에 대해 설명하고, 흥분의 전도 속도에 영향을 미치는 요인에 대해 설명하시오.

단계 3

시냅스 소포가 신경세포막과 융합되는 것을 억제하는 신경독소 'A'와 시냅스 틈에 존재하는 아세틸콜린 분해 효소의 활성을 억제하는 독소 'B'가 있다. 'A'와 'B'를 투여했을 때 근육의 수축과 이완에 미치는 영향을 설명하시오.

3. 출제 의도

- 신경계를 구성하는 기본 단위 및 구조를 이해하는지 평가
- 뉴런에서 흥분의 전달 방법을 이해하고, 전달 방법 각각의 특성을 이해하는지 평가
- 흥분의 전달과 전도를 통한 근육의 수축과 이완을 이해하고 있는지 평가
-

4. 출제근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취 기준	1. 교육과정 문서 (3) 항상성과 건강 (105쪽) 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다. (가) 생명활동과 에너지 ① 세포의 생명활동을 안다. ② 소화, 순환, 호흡, 그리고 배설의 의미를 양분의 흡수 및 에너지 출입과 관련하여 설명할 수 있다. ③ 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	심규철	비상교육	2018	128~135
	생명과학 I	이길재	상상아카데미	2018	120~127
	생명과학 II	심규철	비상교육	2018	54~66
	생명과학 II	이길재	상상아카데미	2018	46~55

5. 문항 해설

우리 몸에서 자극의 인지와 이에 대한 반응은 신경계를 통해서 일어난다. 신경계를 구성하는 기본단위는 뉴런이며, 뉴런은 세포체, 수상돌기, 축삭돌기로 구성되어 있다. 수상돌기에서 자극을 전달받고, 전달 받은 자극은 축삭돌기를 통해 전도되게 된다. 시냅스에서는 소포체가 세포막과 융합되어 신경전달 물질을 분비하고, 분비된 신경전달 물질은 다음 뉴런의 신경전달물질 수용체에 결합하여 자극을 전달하게 된다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1단계	<p>뉴런 (5점) 세포체 (cell body): 핵과 세포질로 이루어지고 뉴런에 영양을 공급하며 성장과 물질대사를 조절한다 (5점) 가지돌기 (dendrites): 신경 세포체로부터 뻗어 나온 짧은 돌기로, 다른 뉴런이나 감각 기관으로부터 자극을 받아들인다 (5점) 축삭 (axon): 세포체에서 뻗어 나온 하나의 긴 돌기로, 끝이 여러 개의 말단 가지로 나뉘어 다른 뉴런이나 근육에 흥분을 전달한다 (5점)</p>	20
2단계	<p>흥분 전도: 막전위차를 이용하여 전도함, Na⁺와 K⁺는 활동전위가 전도되게 함 (10점) 흥분 전달: 시냅스에서 신경전달 물질을 분비하여 다음 신경세포로 흥분을 전달. 대표적인 흥분 전달 물질: 아세틸 콜린 (10점) 축삭의 지름 : 지름이 클수록 이온의 이동에 대한 저항이 감소하여 흥분의 전도 속도가 빠르다 (10점) 말이집의 유무 : 민말이집 신경은 뉴런의 축삭돌기 모든 부위에서 탈분극이 일어나야 하지만 말이집 신경은 랭비에 결절에서만 탈분극이 일어나는 도약 전도가 일어나기 때문에 말이집 신경이 민말이집 신경보다 흥분의 전도 속도가 빠르다 (10점) *온도도 영향을 미칠 수 있음.</p>	40
3단계	<p>독소 'A'의 경우 소포가 신경세포막과 융합되는 것이 억제되므로 신경전달 물질 (아세틸 콜린)이 분비되지 않으므로 (5점) 흥분전달이 일어나지 않아 (5점) 근수축이 일어난 것을 방해한다 (5점). 따라서 근육마비가 일어나고 근무력증을 유발하거나 호흡곤란을 불러 일으킴 (5점). 'B' 독소의 경우 아세틸콜린 분해 효소의 활성을 억제하므로 아세틸콜린이 수용체에 결합하여 계속적인 흥분전달이 일어나게 되어 근수축이 계속적으로 일어나고 근이완을 방해한다 (20점). (따라서 근육강직이 일어난다)</p>	40

7. 예시답안

1. 예시답안

뉴런

세포체 (cell body): 핵과 세포질로 이루어지고 뉴런에 영양을 공급하며 성장과 물질대사를 조절한다

가지돌기 (dendrites): 신경 세포체로부터 뻗어 나온 짧은 돌기로, 다른 뉴런이나 감각 기관으로부터 자극을 받아들인다.

축삭 (axon): 세포체에서 뻗어 나온 하나의 긴 돌기로, 끝이 여러 개의 말단 가지로 나뉘어 다른 뉴런이나 근육에 흥분을 전달한다.

2 예시답안

흥분 전도: 막전위차를 이용하여 전도함, Na^+ 와 K^+ 는 활동전위가 전도되게 함

흥분 전달: 시냅스에서 신경전달 물질을 분비하여 다음 신경세포로 흥분을 전달.

대표적인 흥분 전달 물질: 아세틸 콜린.

축삭의 지름 : 지름이 클수록 이온의 이동에 대한 저항이 감소하여 흥분의 전도 속도가 빠르다.

말이집의 유무 : 민말이집 신경은 뉴런의 축삭돌기 모든 부위에서 탈분극이 일어나야 하지만 말이집 신경은 랑비에 결절에서만 탈분극이 일어나는 도약 전도가 일어나기 때문에 말이집 신경이 민말이집 신경보다 흥분의 전도 속도가 빠르다.

3 예시답안

독소 'A'의 경우 소포가 신경세포막과 융합되는 것이 억제되므로 신경전달 물질 (아세틸 콜린)이 분비되지 않으므로 흥분전달이 일어나지 않아 근수축이 일어난 것을 방해한다. 따라서 근육마비가 일어나고 근무력증을 유발하거나 호흡곤란을 불러 일으킴. 'B' 독소의 경우 아세틸콜린 분해 효소의 활성을 억제하므로 아세틸콜린이 수용체에 결합하여 계속적인 흥분전달이 일어나게 되어 근수축이 계속적으로 일어나고 근이완을 방해한다. 따라서 근육강직이 일어난다.

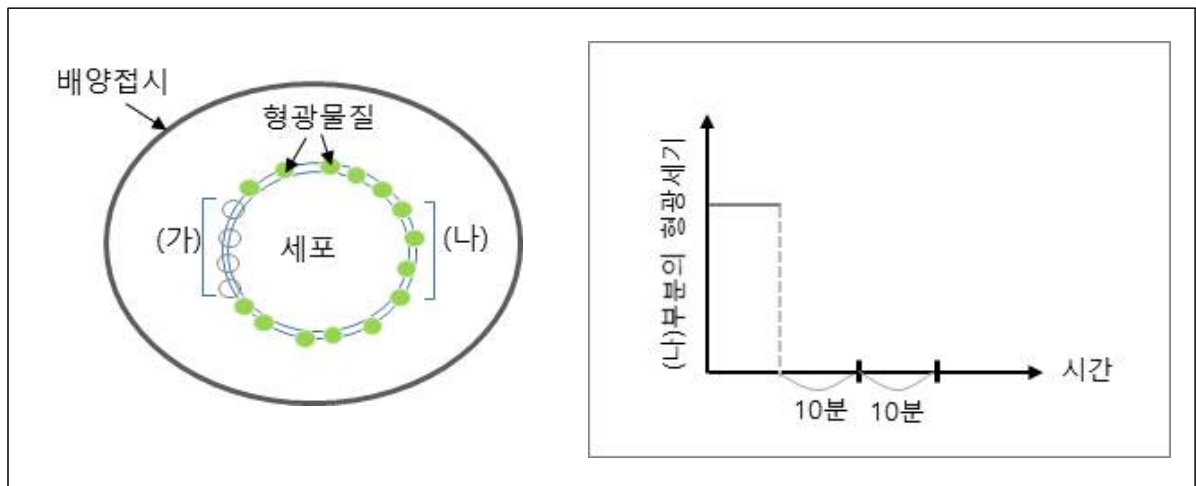
1. 일반 정보

유형	<input type="checkbox"/> 논술고사 <input checked="" type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	자연(생명과학)/생명과학6	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학II
	핵심 개념 및 용어	세포막의 유동성, 세포내 소기관
예상 소요 시간	7분/전체20분	

2. 문항 및 제시문

단계1

아래의 그림과 같이 세포막 단백질을 형광물질로 표지한 세포가 있다. (가) 부분을 탈색처리 하여 형광이 나오지 않게 만든 후 저온(4℃)에서 10분간 보관하였다가 37℃로 옮겼다. 시간에 따른 (나) 구역의 형광세기의 변화를 예상하여 오른쪽 그래프에 그리고 그 이유를 설명해 보시오.



단계2

위의 세포는 백혈구이고 배양 접시에 세균을 넣어 준 후 현미경으로 관찰하였더니 세포 내부에서 형광물질이 보이는 것을 볼 수 있었다.

- (1) 세포의 어떤 작용에 의해 이러한 결과가 관찰된 것인가? 이 작용 과정을 간단히 설명하시오.

- (2) 현미경으로 계속 관찰하고 있으면 특정 세포내 소기관으로 모이는 것을 관찰할 수 있다. 그 소기관은 무엇이며 기능을 설명하시오.

단계3

리포솜은 약물이나 화장품에서 미용성분을 세포내로 전달하는 방법으로 활용되고 있다. 리포솜의 단면 구조를 그림으로 그려보고 세포내로 물질 수송이 이루어지는 원리를 설명하시오.

3. 출제 의도

- 세포의 구조와 기능에서 세포막의 유동성에 대해 이해하고 있는지 평가함.
- 세포의 물질 수송과정 중 내포작용의 종류로서 백혈구의 대식 (섭취) 작용을 이해하고 세포내 소기관의 기능과 연관시켜 이해하고 있는지 평가함.
- 인지질이중막인 세포막과 유사한 리포솜의 구조와 응용을 이해하고 있는지 평가함.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] " 과학과 교육과정"011-3
성취 기준	<p>(1) 세포와 물질 대사</p> <p>세포의 물질대사가 효소를 이용한 화학반응에 의해 이루어지며, 이에 필요한 에너지 공급이 생체막을 통한 에너지 전환과 관련됨을 이해한다.</p> <p>(2) 세포의 특성</p> <p>① 세포소기관들이 기능적으로 유기적인 관계를 이루고 있음을 이해한다.</p> <p>③ 확산, 삼투, 능동 수송 등 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해한다.</p> <p>[탐구 활동 예시]</p> <p>① 막을 통한 물질의 이동 실험하기</p> <p>② 리포솜의 활용에 대해 조사·토론하기</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 II	권혁빈 외	(주)교학사	2018	22-23, 30-31, 45-47
	생명과학 II	이준규 외	천재교육	2018	28-30
기타					

5. 문항 해설

세포막의 인지질과 단백질은 유동성이 있고 온도의 영향을 받는다. 저온에서는 막단백질의 이동이 거의 일어나지 않으나 생체 온도인 37℃에서는 형광이 탈색된 막단백질이 점차 (나)구역으로 이동하며 (나)구역의 형광세기는 탈색 10분 이후부터 감소하는 양상을 보일 것이다.

백혈구의 섭취 (대식, 내포, 식균) 작용은 세포막이 세균을 감싸며 주머니 형태로 세포 내부로 들어오는 일종의 수송 방법이다. 세포막의 내포작용과 함께 형광표지된 단백질이 함께 세포 내부로 들어와 현미경으로 관찰이 가능할 것이다.

리포솜은 친수성 머리와 소수성 꼬리로 되어 있는 인지질이 이중층으로 되어 있는 작은 주머니 (공, 구)모양의 형태이다. 리포솜은 세포막과 같은 인지질로 구성되어 있어 세포막과 융합이 잘 일어나 리포솜 내부의 물질을 세포 내부로 잘 전달할 수 있다.

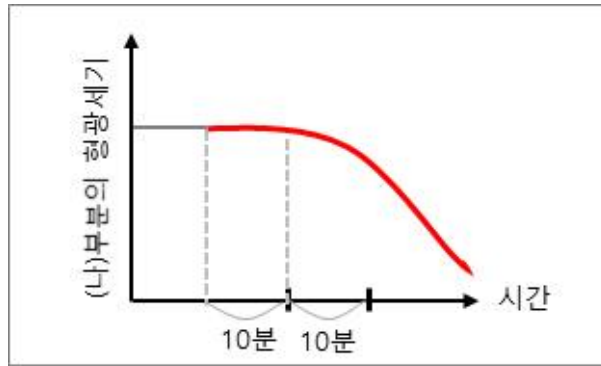
6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
단계1	<p>세포막은 인지질 이중막에 단백질들이 존재하며 인지질과 단백질은 유동적으로 움직일 수 있다. (나)구역의 형광세기는 감소하는 양상을 보일 것이다. (10점)</p> <p>온도의 영향을 고려하여 (가)부분의 탈색처리 후 10분간 저온에 보관 시에는 막단백질의 움직임은 매우 느리게 일어나거나 거의 일어나지 않을 것이다. 생체 온도인 37℃로 옮긴 이후부터 형광이 탈색된 막단백질이 점차 (나)구역으로 이동할 수 있을 것이다. (20점)</p> <p>그래프 그림. (10점)</p>	40점
단계2	<p>백혈구의 섭취 (대식, 내포) 작용에 의한 현상으로 내포작용은 세포막이 세균을 감싸 주머니 형태로 세포 내부로 들어오는 일종의 세포막 물질 수송 방법이다. 따라서 세포막의 내포작용과 함께 형광표지된 단백질이 함께 세포 내부로 들어와 현미경으로 관찰이 가능할 것이다. (15점)</p> <p>리소솜에 모이게 될 것이다.(5점) 리소솜은 여러 가지 가수분해 효소가 있어 물질의 분해를 담당하며 세포 내부로 들어온 세균과 같은 외부물질, 오래되고 손상된 세포소기관들이나 유기물 등의 세포 물질을 분해하는 세포소기관이다. (10점)</p>	30점
단계3	<p>리포솜은 친수성 머리와 소수성 꼬리로 되어 있는 인지질 2중층의 막으로 된 원형 또는 타원형의 인공 구조물로 속이 비어 있다. (10점)</p> <p>리포솜의 막은 세포막과 같이 유동성을 띠고 있으며 인지질로 이루어진 다른 막과 쉽게 융합할 수 있어서 리포솜 내포의 물질을 세포 내로 쉽게 전달이 가능하다. (10점)</p> <p>(그림) 10점</p> <p>(*주의: 인지질 한 층으로 되어 있어 수용액에 넣어 줄 때 단일막이고 속이 팽창 형태의 마이셀과 구분되어 져야 한다.)</p>	30점

7. 예시 답안

단계1. 단계1. 아래의 그림과 같이 세포막 단백질을 형광물질로 표지한 세포가 있다.
(가) 부분을 탈색처리 하여 형광이 나오지 않게 만든 후 저온(4℃)에서 10분간 보관하였다가 37℃로 옮겼다. 시간에 따른 (나) 구역의 형광세기의 변화를 예상하여 오른쪽 그래프에 그려보시고 그 이유를 설명해 보시오.

세포막은 인지질 이중막에 단백질들이 존재하며 인지질과 단백질은 유동적으로 움직일 수 있고 온도의 영향을 받는다. (가)부분의 탈색처리 후 10분간 저온에 보관시에는 막단백질의 움직임은 매우 느리게 일어나거나 거의 일어나지 않을 것이다. 생체 온도인 37℃로 옮긴 이후부터 형광이 탈색된 막단백질이 점차 (나)구역으로 이동할 수 있을 것이다. 따라서 (나)구역의 형광세기는 탈색 10분 이후부터 감소하는 양상을 보일 것이다.



단계2. 위의 세포는 백혈구이고 배양 접시에 세균을 넣어 준 후 현미경으로 관찰하였더니 세포 내부에서 형광물질이 보이는 것을 볼 수 있었다.

(1) 세포의 어떤 작용에 의해 이러한 결과가 관찰된 것인가? 이 작용 과정을 간단히 설명하시오.

백혈구의 섭취 (대식, 내포) 작용에 의한 현상으로 내포작용은 세포막이 세균을 감싸 주머니 형태로 세포 내부로 들어오는 일종의 세포막 물질 수송 방법이다. 따라서 세포막의 내포작용과 함께 형광표지된 단백질이 함께 세포 내부로 들어와 현미경으로 관찰이 가능할 것이다.

(2) 현미경으로 계속 관찰하고 있으면 특정 세포내 소기관으로 모이는 것을 관찰할 수 있다. 그 소기관은 무엇이며 기능을 설명하시오.

리소좀에 모이게 될 것이다. 리소좀은 여러 가지 가수분해 효소가 있어 물질의 분해를 담당하며 세포 내부로 들어온 세균과 같은 외부물질, 오래되고 손상된 세포소기관들이나 유기물 등의 세포 물질을 분해하는 세포소기관이다.

단계3. 리포솜은 약물이나 화장품에서 미용성분을 세포내로 전달하는 방법으로 활용되고 있다. 리포솜의 구조를 그림으로 그려보고 세포내로 물질 수송이 이루어지는 원리를 설명하시오.

리포솜은 친수성 머리와 소수성 꼬리로 되어 있는 인지질 2중층의 막으로 된 원형 또는 타원형의 인공 구조물로 속이 비어 있다. 리포솜의 막은 세포막과 같이 유동성을 띠고 있으며 인지질로 이루어진 다른 막과 쉽게 융합할 수 있어서 리포솜 내포의 물질을 세포 내로 쉽게 전달이 가능하다.

(*주의: 인지질 한 층으로 되어 있어 수용액에 넣어 줄 때 단일막이고 속이 깎찬 형태의 마이셀과 구분되어 져야 한다.)

[그림] 리포솜구조만 그려도 됨. 인지질 분자 모형은 참고.

