

2023학년도 연세대학교 수시모집 모의논술시험 문제 자연계열(물리학)

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

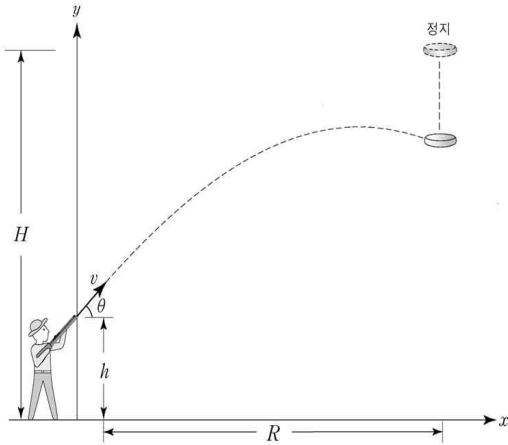
[가] [그림 1]은 장난감 총을 사용하여 지면으로부터 높이 H 에서 자유 낙하하는 원반을 맞히려는 것을 나타낸 것이다. 총알이 수평 방향을 기준으로 θ 의 각을 이루며 속력 v 으로 발사되었다. 지면으로부터 총구 끝의 높이는 h 이고, 총알이 포물선 운동하는 동안의 수평 이동 거리는 R 다.

[나] 질량이 M 인 행성과 이 행성을 중심으로 반지름이 r 인 원 궤도를 따라 공전하는 위성이 있다. 행성과 위성에 대한 물리량을 알아보고자 [그림 2]와 같이 단진자를 이용하여 행성의 중력 가속도 g 를 측정하였다. 지구 표면에서 주기가 T_1 인 단진자를 행성에 가져가서 동일한 단진동을 시켰을 때 진자의 주기는 T_2 이었다. 행성의 반지름은 지구의 반지름의 절반 정도로 알려져있다.

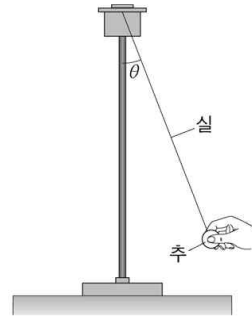
[다] [그림 3]과 같이 진동수 f_0 인 소음을 발생하며 진행하는 잠수함과 이 소음의 진동수를 측정하는 음파 측정기가 있다. 잠수함은 일정한 속도 v_0 로 동일 직선 경로를 따라 운동한다.

[라] 볼록 렌즈 앞에 물체를 놓으면 물체에서 나온 빛은 렌즈에서 굴절하여 상을 만든다. 볼록 렌즈에 의한 상은 중심축으로부터 물체까지 거리에 따라 종류와 크기가 다르다.

[그림 1]



[그림 2]



[그림 3]



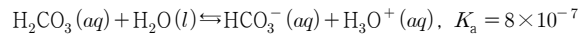
- 제시문 [가]의 상황에서 총알이 $h=2$ (m)높이에서 속력 $v=125$ (m/s)으로 발사된 순간 높이 $H=77$ (m)에 있는 원반을 가만히 놓았을 때, 총알의 수평 이동 거리 $R=100$ (m)이었다. 총알의 발사각 θ 에 관해 논하고, 총알이 원반에 박히는 순간 원반의 높이를 구하시오. (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.) [12점]
- 제시문 [나]의 상황에서 T_1 이 3초이고 T_2 가 5초일 때 행성의 중력 가속도 g 를 구하고 지구와 행성의 질량을 비교하시오. 또한 이 행성을 중심으로 반지름 r 이 40000 (km)인 원 궤도를 따라 공전하는 위성의 공전 속력과 주기에 대해 논하시오. (단, 지구의 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 지구의 반지름은 6400 km이며, 위성에는 행성에 의한 만유인력만 작용한다.) [12점]
- 제시문 [다]의 상황에서 잠수함이 음파 탐지기에 가까워질 때 음파 탐지기가 측정한 소음의 진동수는 1.3 (kHz)이고, 멀어질 때 측정한 소음의 진동수는 1.2 (kHz)이다. 잠수함의 속도 v_0 와 소음의 진동수 f_0 에 대해 논하시오. (단, 물속에서의 음속은 1500 m/s이다.) [8점]
- 제시문 [라]를 읽고 초점 거리가 12 cm인 볼록 렌즈에서 물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 종류를 설명하고, 물체와 상의 크기가 같을 때 물체와 렌즈 사이의 거리를 구하시오. (단, 물체는 광축에 수직이다.) [8점]

2023학년도 연세대학교 수시모집 모의논술시험 문제 자연계열(화학)

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 반투막을 사이에 두고 농도가 서로 다른 두 용액이 있을 때 농도가 낮은 용액의 용매 입자가 농도가 높은 용액 쪽으로 이동하는 현상을 삼투 현상, 삼투 현상을 막는데 필요한 압력을 삼투압(Π)이라고 한다. 세포에서 삼투 현상이 일어나면 물이 세포막을 경계로 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동하는데 이 과정에서 세포의 모양이 변화한다.

[나] 우리 생체 내에는 다양한 화학 반응이 일어나고, 그 화학 반응 중 일부는 완충 작용으로 생명 유지에 중요한 역할을 수행한다. 이산화 탄소(CO_2)가 혈액에 녹으면서 생성된 탄산(H_2CO_3)과 탄산수소 이온(HCO_3^-)은 혈액 내에서 평형을 이루면서 완충 작용을 한다. 다음은 $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$ 의 이온화 반응식과 25°C 에서의 이온화 상수(K_a)이다.



[다] 과산화 수소(H_2O_2)는 호흡의 부산물로 발생하여 생명체에서 세포막과 유전 물질을 손상시킨다. 실온에서 과산화 수소는 물과 산소로 분해되지만 반응이 느리게 일어나지만, 생명체는 대부분의 세포에 존재하는 효소인 카탈레이스를 이용하여 과산화 수소를 빠르게 분해시킨다. **[표 1]**은 $\text{H}_2\text{O}_2(aq)$ 를 분해시키는 실험에서, 시간에 따른 생성된 기체의 부피를 나타낸 것이다.

[표 1]

시간 (h)	6	12	18	24	∞
기체의 부피 (mL)	24	36	42	45	48

[라] 사람이 호흡을 하면서 세포 호흡에 필요한 산소를 공급하고 세포 호흡 결과 발생한 물과 이산화 탄소를 배출하기에, **[표 2]**와 같이 들숨과 날숨에서 기체의 조성에 차이가 나게 된다. 대기 중에서 이산화 탄소의 농도는 적지만 밀폐된 우주 비행선 내부에서는 사람의 호흡으로 이산화 탄소 농도가 높아질 수 있어 이산화 탄소를 염기와 반응시켜 탄산염과 물로 바꿔야 한다.

[표 2]

기체의 분압 (mmHg)	N_2	O_2	H_2O	CO_2
들숨	596	158	5.7	0.3
날숨	565	116	48.3	30.7

※ 기체 상수 R : $0.08 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 온도 단위 변환: $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ 압력 단위 변환: $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$
 H, Li, C, O의 원자량은 각각 1, 7, 12, 16이다.

1. 혈액과 같은 삼투압을 갖는 포도당 수액 500mL를 만들려고 한다. 37°C 에서 혈액의 삼투압이 7.44 atm일 때 수액을 만드는데 필요한 포도당의 질량을 구하시오. 또한 혈액보다 크거나 작은 삼투압을 갖는 포도당 수액을 맞을 때 혈액 속 적혈구의 부피 변화를 제시문 **[가]**를 참고하여 예상하시오. **[8점]**
2. NaHCO_3 0.4 mol과 H_2CO_3 을 혼합하여 pH=7인 완충 용액 1 L를 만든 후, 완충 용액 10 mL와 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 10 mL에 각각 0.2 M $\text{HCl}(aq)$ 10 mL을 넣어 용액 I 20 mL와 용액 II 20 mL를 만들었다. 용액 I과 II의 pH를 각각 구하고, 제시문 **[나]**를 참고하여 생체 내 완충 용액의 역할을 설명하시오. (단, 온도는 25°C 로 일정하고, 25°C 에서 물의 이온화 상수 (K_w)는 1×10^{-14} 이다.) **[12점]**
3. 제시문 **[다]**와 **[표 1]**을 참고하여 $\text{H}_2\text{O}_2(aq)$ 가 분해되는 반응의 반응식과 반응 속도식을 쓰고, 그 과정을 설명하시오. 또한, 제시문 **[다]**의 실험과 동일한 조건에서 카탈레이스를 넣어 실험을 진행할 때 활성화 에너지(E_a) 변화와 반응 엔탈피(ΔH) 변화를 설명하시오. (단, $\text{H}_2\text{O}_2(aq)$ 의 부피 및 기체의 압력과 온도는 일정하다.) **[12점]**
4. 사람은 0.5L의 공기를 1분에 15번씩 들이 내신다고 한다. 제시문 **[라]**와 **[표 2]**를 참고하여 우주 비행선에서 사람이 하루에 내보내는 이산화 탄소를 제거하기 위해 필요한 수산화 리튬(LiOH)의 질량을 구하시오. (단, 온도와 압력은 27°C , 1 atm으로 일정하다.) **[8점]**