2011학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

2차 시험	2교시	2문항 50점	시험 시간 120분

수험생 유의 사항

1. 문제지(초안 작성 용지 포함)와 답안지의 전체 면 수와 인쇄 상태를 확인하시오. **답안지는 문항당 2쪽(교시당 4쪽), 초안 작성 용지는 교시당 4쪽입니다. 답안은 문항당 2쪽 이내로만 작성하시오.**

2. 답안지 모든 면의 상단에 **컴퓨터용 사인펜을 사용**하여 성명과 수험 번호를 기재하고, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 해당란에 '●'로 표기하시오. '●'로 표기한 부분을 수정하고자 할 경우에는 반드시 수정 테이프를 사용하시오.
(예시) 1번 문항, 2번째 답안지 표기

문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란
	① ●

3. 답안은 **지워지거나 번지지 않는 동일한 종류의 검정색 펜**을 사용하여 작성하시오(**연필이나 사인펜 종류는 사용할 수 없음.**).

4. 수학, 과학 과목 등 필요한 경우 답안지 가운데 선을 그어 좌우의 2단으로 나누어 답안을 작성해도 됩니다.

5. 답안지에는 문항 내용을 일절 옮겨 적지 마시오. 단, 하위 문항이 있을 경우, 하위 문항의 번호(1-1, 1-2)를 답안지 앞부분에 쓰고 답안을 작성하시오.

6. 각 문항 답안 작성 후 **마지막 문장 뒤에는 반드시 '끝' 자를 쓰시오.**

7. 답안 초안 작성은 문제지의 맨 뒷부분에 있는 초안 작성 용지를 활용하시오.

8. 답안 수정 시 삭제하고자 하는 부분에 두 줄(═)을 그으시오.

9. **다음에 해당하는 답안은 채점하지 않으니 유의하시오.**
   - 문항당 답안지 2쪽을 초과하여 작성한 부분
   - 답안란 이외에(뒷면 등) 작성한 부분
   - 지워지거나 번지는 등 식별이 불가능한 부분
   - 수정 테이프나 수정액을 사용하여 수정한 부분
   - 답안란에 개인 정보를 노출한 답안지 전체
   - 답안란에 개인 정보를 암시하는 표시가 있는 답안지 전체

10. 시험 종료 전까지 답안 작성을 완료해야 합니다. 시험 종료 후 답안 작성은 부정 행위로 간주됩니다.

11. **답안을 작성하지 않은 빈 답안지도 성명, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 기재 · 표기한 후, 4쪽 모두 제출하시오.**

한국교육과정평가원

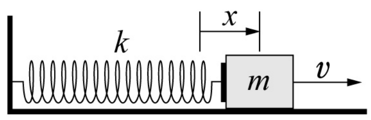
3. 여러 가지 방식으로 접근하여 주어진 물리계를 해석하는 것은 과학적 사고의 신장에 도움을 준다. <상황 1>은 역학적으로 진동하는 계와 그 진동수를 구하는 예를, <대화>는 그와 다른 방법을 사용하여 진동수를 구하는 과정에 대해 교사와 학생이 나누는 대화를, <상황 2>는 전자기적으로 진동하는 계를 나타낸 것이다. **【30점】**

<상황 1>

그림과 같이 질량 m의 물체가 탄성계수 k의 용수철에 연결되어 진동하고 있다. x는 평형점으로부터 물체의 변위를, $v=\dot{x}$는 물체의 속도를 나타낸다. 용수철이 물체에 작용하는 복원력은 $F=-kx$이고, 이를 뉴턴의 운동법칙 $F=ma$와 결합하면

$$m\ddot{x}+kx = 0$$

이 된다. 이 방정식의 해는 진동수가 $f=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ 인 단순조화진동을 나타낸다.



<대 화>

교사 : 물리학에서는 한 가지 법칙을 여러 상황에 적용할 수 있어. 그리고 하나의 상황을 다양한 방법으로 해석할 수도 있지. 먼저 <상황 1>의 그림과 수식을 한번 살펴볼래? 용수철에 매달려 운동하는 물체의 진동수를 구하기 위해 일반적으로 이런 방법을 사용하지.

학생 : 네. 전에 배운 기억이 나요. 그때 이 방법으로 진동수를 구했어요.

교사 : <상황 1>에 기술된 방법 외에 또 어떤 방법이 있을까?

학생 : 벡터량인 힘 대신 스칼라량인 에너지를 사용해서 문제를 해결할 수도 있다고 배웠어요. 역학적 에너지 보존법칙을 이용하면 어떨까요?

교사 : 좋은 생각이야. 이 계의 역학적 에너지는 어떻게 주어지지?

학생 : 운동에너지와 위치에너지의 합이니까……. (에너지의 표현을 적는다.)

교사 : 이로부터 단순조화진동을 기술하는 방정식을 얻으려면 어떻게 해야 할까?

학생 : $\ddot{x}$ 항이 있어야 하니까 에너지를 시간에 대해 미분하고,

$$\frac{dE}{dt} = 0 \qquad \text{[방법 1]}$$

으로 두면 되겠네요. (계산을 해 본 다음) 아, 이렇게 하니까 <상황 1>과 동일한 방정식이 얻어졌어요. 그럼 방정식의 해도 같겠네요.

교사 : 그렇지. 또 다른 방법은 없을까?

학생 : 방법이 또 있다는 말씀이시죠? 제가 한번 생각해 볼게요. (잠시 후) 운동에너지와 위치에너지의 표현을 알고 있으니 라그랑지안을 이용해 보면 어떨까요? 그런데 라그랑지안으로부터 운동방정식은 어떻게 얻지요?

교사 : 다음 식을 이용해 보렴.

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}}\right)-\frac{\partial L}{\partial x}=0 \qquad \text{[방법 2]}$$

학생 : 역시 <상황 1>과 같은 방정식이 얻어졌어요. 진동수를 구하기 위한 또 다른 방법이 있나요?

교사 : 다음 식을 사용하여 진동수를 직접 구할 수도 있단다.

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{(\text{복원력의 크기})}{(\text{질량})\times(\text{변위의 크기})}} \qquad \text{[방법 3]}$$

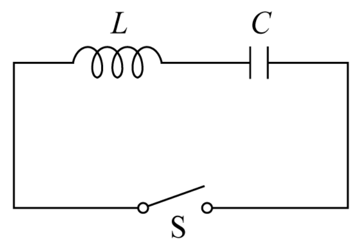
학생 : $x>0$일 때, 복원력의 크기는 kx이고 질량과 변위의 크기는 각각 m과 x이므로 <상황 1>과 결과가 같아지는군요. 이거 정말 재미있네요. 그런데 [방법 3]의 식이 다른 진동계에서도 유효한가요?

교사 : 네가 직접 확인해 보겠니? 다만 [방법 3]의 식에서 복원력, 질량, 변위는 계에 따라 <상황 1>과 다른 물리량이 될 수 있다는 점을 염두에 두어야 한단다.

학생 : 알겠어요. 예를 들어 회전하는 계의 경우 ‘변위(x)’는 ‘회전각(θ)’으로 대체될 수 있겠네요.

<상황 2>

그림은 인덕턴스(유도용량)가 L인 인덕터(유도기)와 전기용량이 C인 축전기가 직렬로 연결된 회로를 나타낸 것이다. 스위치 S를 닫기 전 축전기의 전하량은 Q_0이며, $t=0$일 때 스위치를 닫는다.

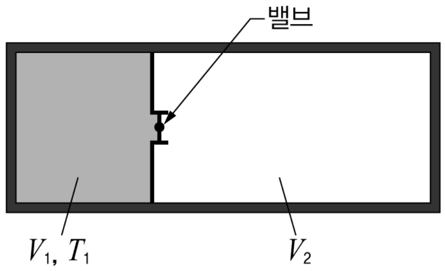


3-1. 교사와 학생의 <대화>에서 설명된 [방법 1]과 [방법 3]을 이용하여 <상황 2>에서 물리량과 식 및 상세한 풀이 과정을 포함하여 진동수를 구하고, 물리진자에 대해 [방법 2]를 이용하여 진동수를 구하시오. [20점]

3-2. <대화>는 용수철의 단순조화진동을 나타낸 <상황 1>에서 시작하여 진동계에 관련된 여러 내용을 학습하는 과정으로 볼 수 있다. 오수벨(D. Ausubel)의 유의미 학습 이론을 적용한 수업 전략 측면에서 이 학습 과정을 설명하고, 3가지 유의미가를 바탕으로 <대화>에서 일어난 학습을 유의미 학습의 조건과 관련지어 설명하시오. [10점]

4. 다음은 자유팽창을 하는 기체의 온도 변화를 기술한 것이다.

그림은 내부 및 외부와 열적으로 고립된 단단한 용기에 단원자 분자로 이루어진 기체가 얇은 칸막이에 의해 왼쪽에 갇혀 있는 것을 나타낸 모식도이다. 왼쪽 기체의 부피와 온도는 각각 V_1, T_1이고, 분자의 수는 $N=nN_0$(n은 몰 수, N_0는 아보가드로 수)이다. 오른쪽은 진공이고 부피는 V_2이다. 밸브를 열면 기체가 자유팽창을 하게 되는데, 전체 계가 평형 상태에 도달하게 되면 기체의 온도는 T_3가 된다.



이 자유팽창에서 기체의 내부에너지는 변화가 없으므로 $dE=TdS-pdV=0$ 식을 만족한다. 엔트로피 변화는 식 (1)과 같이 쓸 수 있다.

$$dS=\frac{p}{T}dV \qquad (1)$$

엔트로피의 변화를 온도와 부피로 나타내면 식 (2)가 된다. 여기에서 c_V는 정적 몰비열이다.

$$dS=\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V dT+\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV=\frac{nc_V}{T}dT+\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V dV \qquad (2)$$

식 (1)과 (2)로부터 식 (3)을 얻는다.

$$dT=\frac{1}{nc_V}\left[p-T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\right]dV \qquad (3)$$

기체의 상태 방정식을 알면 $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$를 구하여 식 (3)을 적분함으로써 기체의 온도 변화 $\Delta T=T_3-T_1$을 계산할 수 있다.

이 기체를 이상 기체, 반데르발스 기체, 기체 X라고 가정했을 때, 각각의 경우에 온도 변화를 구해 보면 아래 표와 같다. 표에서 $R=N_0k$는 기체 상수, k는 볼츠만 상수, a와 b는 상수이다. 온도 변화 과정 동안 c_V는 변하지 않는다고 가정한다.

기체	상태 방정식	ΔT
이상 기체	$pV=nRT=NkT$	A
반데르발스 기체	$\left(p+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-bn)=nRT=NkT$	B
기체 X	$\frac{p}{kT}=\frac{N}{V}\left[1+\left(-\frac{a}{N_0^2kT}+\frac{b}{N_0}\right)\frac{N}{V}\right]$	C

상수 a, b의 물리적 의미와 기체 분자 사이의 퍼텐셜 에너지 그래프를 이용하여 $A=0$이고 $B=C<0$의 관계가 성립하는 이유를 설명하고, 반데르발스 기체의 상태 방정식과 기체 X의 상태 방정식이 $\left(\frac{bn}{V}\right)^2$을 포함하는 항까지 같게 되는 조건을 구하고 그 조건의 의미를 설명하시오. **【20점】**

수고하셨습니다