



3. <자료>는 교사가 ‘정전기 유도’ 단원을 지도한 후, 학생들의 오개념을 확인하고 이를 변화시키기 위해 드라이버(R. Driver)의 개념 변화 학습 모형으로 지도하는 장면이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

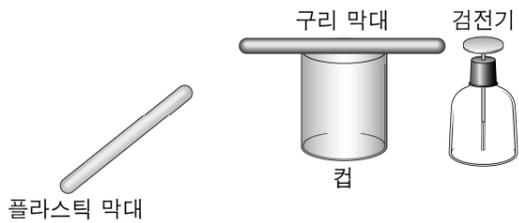
<자 료>

(가) 단계

교사: 지난 탐구 활동 수업에서 정전기 유도에 대하여 배웠습니다. 이번 시간에는 여러분들이 알고 있는 개념을 확인해 보고, 잘못 알고 있는 개념들을 수정할 수 있도록 탐구 활동을 해 봅시다.

(나) 단계

교사: 그림과 같이 컵 위에 구리 막대를 놓고 구리 막대의 끝에는 검전기를 놓아봅시다. 털가죽으로 문질러 대전시킨 플라스틱 막대를 구리 막대에 가까이 가져가면 검전기의 금속박이 어떻게 될지 그림으로 그려 봅시다. 그리고 구리 막대 대신 알루미늄 막대, 유리 막대, 나무 막대로 바꿔 가면서 금속박이 어떻게 될지 각각 그림으로 그려 봅시다.



(다) 단계

교사: 각자 그린 그림을 발표해 보도록 합시다.  
 학생 A: 4종류의 막대 모두 금속박이 벌어지게 그렸어요.  
 학생 B: 구리 막대와 알루미늄 막대는 도체이기 때문에 금속박이 벌어지게 그렸고, 유리 막대와 나무 막대는 부도체이기 때문에 금속박이 벌어지지 않게 그렸어요.

(라) 단계

교사: 여러분의 예측이 맞는지 시범 실험을 통해서 살펴볼까요? 유리 막대와 나무 막대에 대전체를 가까이 가져갔더니 금속박이 어떻게 되었나요? 여러분의 예측과 비교해 보세요.

(마) 단계

교사: 대전체에 의한 부도체의 정전기 유도 현상을 그림으로 살펴보면 다음과 같습니다.  
 ... (중략) ...

(바) 단계

교사: 다양한 재질의 부도체로 정전기 유도 실험을 해 보고, 결과를 다시 확인해 봅시다.

(사) 단계

교사: 여러분들은 생활 속에서 부도체의 정전기 유도 현상을 쉽게 경험할 수 있습니다.  
 ... (중략) ...

(아) 단계

교사: 부도체의 정전기 유도 현상에 대한 개념이 어떻게 변하였는지 발표해 봅시다.  
 학생 B: 부도체는 정전기 유도가 일어나지 않는다고 생각했었는데, 부도체에도 정전기 유도가 일어난다는 것을 알게 되었어요.

<작성 방법>

- 개념 변화 학습 모형에서 (다) 단계의 역할을 쓸 것.
- (라) 단계명을 쓰고, (라) 단계에서 시범 실험의 역할을 쓸 것.
- 학생 B의 개념 변화에 대해 (다)~(아) 단계를 근거로 피아제 (J. Piaget)가 제시한 인지 구조와 환경과의 적응 과정으로 설명할 것.

4. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 ‘물리학 I’ 과목 ‘성격’의 일부이며, <자료 2>는 과제 안내지의 일부이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

—<자료 1>—

‘물리학 I’은 초등학교 과학부터 고등학교 ‘통합과학’까지 물리 영역에서 다룬 기초 개념을 바탕으로 자연 현상을 체계적으로 이해하기 위한 과목이다. … (중략) … 단원의 내용을 학습하는 과정을 통하여 21세기를 살아가는데 필요한 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, ( ㉠ ), 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 과학과 핵심역량을 함양하도록 한다.

—<자료 2>—

학습 목표	(1) 충격 흡수 장치의 사례를 통해 충격 흡수 원리를 이해한다. (2) 안전 문제 해결 활동을 통해 ( ㉠ )을 키운다.
문제 상황	최근 한 아이가 학교 운동장에 설치된 그네를 타다가 높이 올라간 상태에서 떨어져 크게 다치는 사고가 발생했다. 그네에서 떨어져도 크게 다치지 않게 하려면 그네가 설치된 운동장 바닥 면에 어떤 안전 장치를 설치하면 될까?
정보 수집 및 분석	㉠
해결 방안 탐구	(1) 모듈별로 정보 탐색 과정에서 도출한 결과를 바탕으로 그네가 설치된 운동장 바닥 면에 설치할 안전 장치를 고안해 보자. (2) ㉠ 그네의 좌석에서 날달걀을 떨어뜨려 자신의 모듈에서 고안한 안전 장치가 있을 때와 없을 때의 효과를 비교해 보자.
해결 방안 평가 및 제시	(1) 모듈별로 고안한 안전 장치의 효과를 검증한 결과를 발표해 보자. (2) 효과가 검증된 장치 중, 경제성과 실용성을 비교하여 최선의 장치를 선정해 보자.

—<작성 방법>—

- <자료 2>의 내용을 바탕으로 <자료 1>과 <자료 2>의 괄호 안의 ㉠에 해당하는 핵심역량을 적을 것.
- 학습 목표 (1)을 바탕으로 <자료 2>의 ㉠에서 학생들이 수행할 과제 2가지를 적을 것.
- 밑줄 친 ㉠의 과정에서 학생들이 탐구 목적에 맞게 문제 상황을 모형화(modeling)하도록 교사가 안내할 사항 1가지를 제시할 것.

5. <자료 1>은 ‘역학적 에너지와 보존’에 대해 예비 교사가 작성한 수업 모형 A, B에 따른 수업 계획이며, <자료 2>는 <자료 1>에 대해 예비 교사와 지도 교사가 나눈 대화이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

—<자료 1>—

[수업 목표] 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 실험을 이용해 설명할 수 있다.

[준비물] 간이 공기 부상 궤도, 용수철에 연결된 활차, 초시계

—<A 수업 모형에 따른 수업 계획>—

단계	교수·학습 활동
I	• 교사는 간이 공기 부상 궤도 위에 떠 있는 활차와 궤도에 놓여 있는 활차를 각각 5cm 당겼다가 놓았을 때, 어떤 활차가 먼저 멈출지 예측해 보게 하고, 그렇게 생각하는 이유를 활동지에 기록하게 한다.
II	• 교사는 학생이 시범 실험을 관찰하게 하고 실험 결과를 표에 기록하게 한다.
III	• 학생은 자신이 예측한 결과와 실험 결과와의 공통점과 차이점에 대해 모둠별로 토의하고 모둠별 토의 결과를 발표한다. • 교사는 관련 개념을 설명한 후, 실험 결과를 더 잘 설명한 모둠을 선발한다.

—<B 수업 모형에 따른 수업 계획>—

단계	교수·학습 활동
(가)	• 교사는 야구 선수가 슬라이딩하는 모습을 보여 주고, 야구 선수의 운동 에너지는 왜 감소했는지 질문을 한다. • 학생은 교사의 질문에 대한 가설을 설정하고, 가설을 검증하기 위해 실험을 설계하고 수행한다.
(나)	• 교사는 두 활차 실험에서 간이 공기 부상 궤도를 사용하지 않은 활차는 마찰력에 의해 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않았음을 설명하고 학생들의 실험 결과를 정리한다.
(다)	• 교사는 우리 주변에서 볼 수 있는 역학적 에너지가 보존되지 않는 사례에 대해 질문을 하고, ㉠ 학생들은 자신들이 생각한 사례들을 발표한다.

—<자료 2>—

예비 교사: 역학적 에너지와 보존에 대한 수업을 설계해 봤습니다.

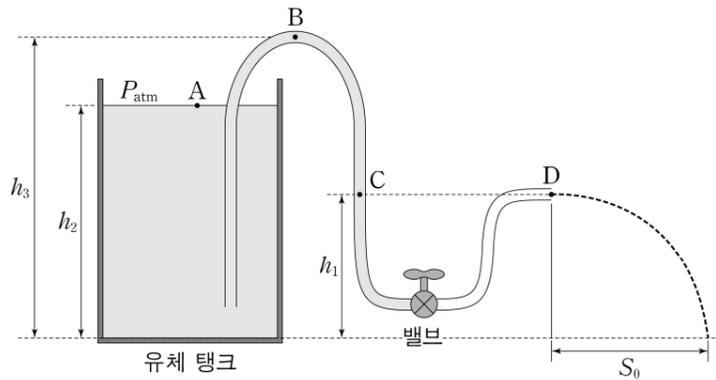
그런데 A 수업 모형과 B 수업 모형 중 어떤 수업 모형을 적용하는 것이 효과적일지 판단하기 어렵네요.

지도 교사: 수업 모형을 선택할 때는 수업 모형의 특성을 살펴보는 것이 중요하죠. A 수업 모형을 사용하면 (      ㉡      ) 하는 데 효과적입니다. 그리고 순환 학습 모형 중 하나인 B 수업 모형은 새로운 개념의 구성과 추리 기능의 개선에 목적이 있습니다.

—<작성 방법>—

- <자료 1>과 <자료 2>를 근거로 A 수업 모형과 B 수업 모형에 해당하는 수업 모형을 순서대로 쓸 것.
- <자료 1>의 밑줄 친 ㉠ 활동이 (다) 단계에서 하는 역할 1가지를 쓸 것.
- <자료 1>을 근거로 괄호 안의 ㉡에 해당하는 A 수업 모형의 장점 1가지를 쓸 것.

6. 그림은 사이펀을 이용하여 유체 탱크에서 유체를 이동시키는 장치를 나타낸 것이다. 사이펀에는 유체의 흐름을 조절하는 밸브가 설치되어 있고, 관은 밸브까지 유체로 채워져 있다. 위치 A는 유체 탱크의 유체면 위의 한 점을 나타낸다.



밸브가 잠겨 있을 때, 위치 B와 C 사이의 압력 차이( $P_B - P_C$ )를 구하시오. 밸브를 완전히 열어 정상류가 되었을 때, 위치 D에서 유체가 수평으로 빠져나와 수평 도달 거리  $S_0$ 만큼 이동하였다.  $S_0$ 을 풀이 과정과 함께 구하고, 위치 B에서의 유체 속도  $v_B$ 를 구하시오. (단, 관의 마찰은 없고, 유체는 비압축, 비점성, 비회전적이며, 관을 빠져나온 후 유체는 퍼지지 않는다고 가정하고, 공기 저항은 무시한다. 유체 탱크는 충분히 커서 시간에 따른 유체면의 높이 변화는 무시한다. 관의 단면적은 일정하며,  $P_{atm}$ 은 대기압이다.) [4점]

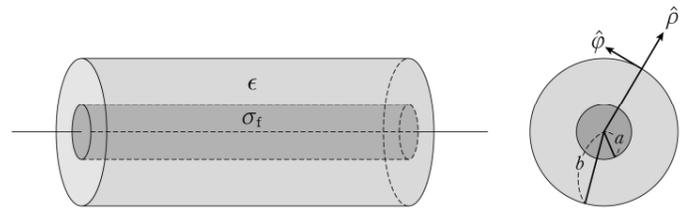
<자 료>

○ 베르누이 방정식:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{일정}$$

$p, \rho, v, g, h$ 는 각각 유체의 압력, 밀도, 속도, 중력 가속도의 크기, 높이이다.

7. 그림은 도체와 유전체로 구성된 무한히 긴 원통 모양의 동축 케이블을 나타낸 것이다. 도체의 반지름은  $a$ 이고, 자유 전하에 의해 균일하게 대전된 도체 표면에서의 면전하밀도는  $\sigma_f$ 이다. 알짜 전하가 없는 유전체가 이 도체를 둘러싸고 있으며, 유전체의 반지름은  $b$ , 유전율은  $\epsilon$ 이다.



$a < \rho < b$ 인 영역에서의 전기 변위(electric displacement)  $\vec{D}$ 를 구하시오. 같은 영역에서 전기 편극(polarization)  $\vec{P}$ 를 풀이 과정과 함께 구하고,  $\rho = a$ 와  $\rho = b$  사이의 전위차를 구하시오. (단, 유전체는 균일하고 등방적이고 선형적이며, 진공의 유전율은  $\epsilon_0$ 이다.) [4점]

8. 질량이  $m_1$ 과  $m_2$ 인 구별 가능한 두 입자가  $x$  축상에서 각각  $x_1$ 과  $x_2$ 에 놓여 있으며, 다음과 같은 퍼텐셜 내에서 운동하고 있다.

$$V = \begin{cases} 0, & |x_1 - x_2| \leq L \\ \infty, & |x_1 - x_2| > L \end{cases} \quad (L \text{은 상수})$$

이 경우 두 입자계의 슈뢰딩거 방정식은 질량 중심 좌표와 상대 좌표 방정식으로 분리할 수 있다.

상대 좌표에 대한 방정식을 풀어서 규격화된 바닥상태의 파동 함수  $\psi_0(x)$ 과 규격화된 첫 번째 들뜬상태의 파동 함수  $\psi_1(x)$ 을 각각 구하시오. 계가 첫 번째 들뜬상태에 있을 때 두 입자 간의 평균 거리  $\langle |x| \rangle$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. [4점]

<자 료>

○ 질량 중심 좌표( $R$ ) 슈뢰딩거 방정식:

$$-\frac{\hbar^2}{2M} \frac{d^2}{dR^2} \Psi(R) = E_R \Psi(R)$$

$$R = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}, \quad M = m_1 + m_2$$

○ 상대 좌표( $x$ ) 슈뢰딩거 방정식:

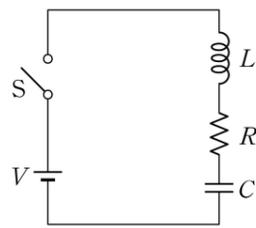
$$-\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) = E \psi(x), \quad |x| \leq L$$

$$x = x_1 - x_2, \quad \mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

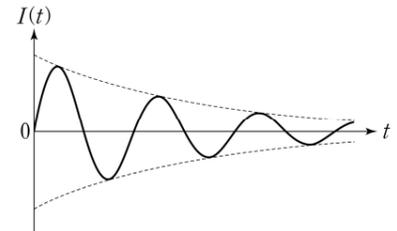
$$\circ \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos^2 \theta \, d\theta = \frac{\pi}{2}, \quad \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \sin^2 \theta \, d\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$\int_0^\pi \theta \cos^2 \theta \, d\theta = \frac{\pi^2}{4}, \quad \int_0^\pi \theta \sin^2 \theta \, d\theta = \frac{\pi^2}{4}$$

9. 그림 (가)는 인덕턴스  $L$ 인 인덕터, 저항  $R$ 인 저항기, 전기 용량  $C$ 인 축전기와 전압이  $V$ 로 일정한 전원이 직렬로 연결된 LRC 회로를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

전류가 미급 감쇠(underdamping) 진동하기 위한  $L$ ,  $R$ ,  $C$ 의 관계식을 <자료>를 이용하여 풀이 과정과 함께 구하시오. 회로의 스위치 S를 닫은 후, 회로에는 그림 (나)와 같이 미급 감쇠 진동

하는 전류  $I(t) = Ae^{-\frac{R}{2L}t} \sin \omega t$ 가 관측되었다. 이때  $\omega$ 를  $L$ ,  $R$ ,  $C$ 로 나타내고,  $A$ 를 구하시오. (단, 축전기는  $t=0$ 일 때 충전되어 있지 않다.) [4점]

<자 료>

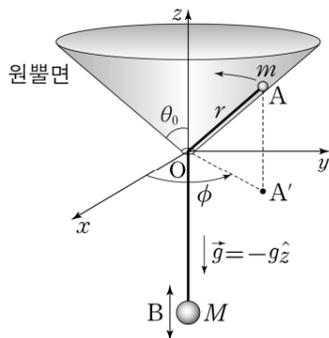
○ 전류에 대한 미분 방정식:

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{I(t)}{C} = 0$$

○ 초기 조건:

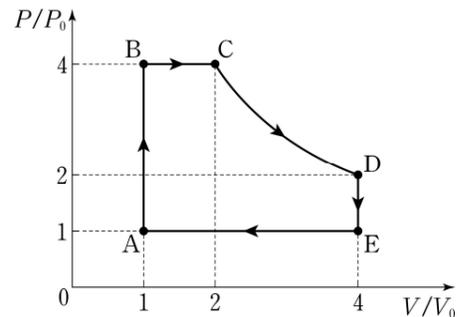
$$I(0) = 0, \quad \left. \frac{dI(t)}{dt} \right|_{t=0} = \frac{V}{L}$$

10. 그림은 길이  $l$ 인 줄의 양 끝에 질량이 각각  $m, M$ 인 물체 A, B가 연결되어 운동하고 있는 것을 나타낸 것이다. A는  $z$  축과 일정한 각도  $\theta_0$  ( $0 < \theta_0 < \pi/2$ )을 이루는 원뿔면상에서 운동하고, B는 원뿔의 꼭짓점 O에 있는 구멍을 통과한 줄에 매달려 연직 상하 방향으로 운동한다.  $r$ 는 선분  $\overline{OA}$ 의 길이이고,  $\overline{OA}$ 를  $xy$  평면에 투영한 선분은  $\overline{OA'}$ 이며,  $\phi$ 는  $x$  축과  $\overline{OA'}$ 이 이루는 각이다.  $xy$  평면에서의 중력 퍼텐셜 에너지는 0이고, 중력 가속도는  $\vec{g} = -g\hat{z}$ 이다.



이 계의 라그랑지안  $L(r, \dot{r}, \phi, \dot{\phi})$ 을 쓰고,  $r$ 에 대한 운동 방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 A가  $r=r_0$ 으로 등속 원운동을 할 때, O를 중심으로 한 A의 각운동량의  $z$  성분을 구하시오. (단, 줄의 길이는 일정하고, 물체의 크기, 줄의 질량, 모든 마찰은 무시한다.) [4점]

11. 그림은 1몰(mol)의 단원자 분자 이상 기체의 상태가  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow A$ 의 경로를 따라 변할 때, 기체의 압력  $P$ 와 부피  $V$ 의 관계를 나타낸 것이다.  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow E$ 는 정적,  $B \rightarrow C$ ,  $E \rightarrow A$ 는 정압,  $C \rightarrow D$ 는 등온 과정이다. 이 기체의 정적 비열은  $\frac{3}{2}R$ 이고, 정압 비열은  $\frac{5}{2}R$ 이다.



$D \rightarrow E \rightarrow A$  과정에서 방출된 열을  $Q_{\text{out}}$ 이라 하고, 한 번의 순환 과정에서 기체가 한 일을  $W$ 라 할 때,  $\frac{|Q_{\text{out}}|}{P_0 V_0}$ 과  $\frac{|W|}{P_0 V_0}$ 를 각각 풀이 과정과 함께 구하시오. (단,  $R$ 는 기체 상수이다.) [4점]

<수고하셨습니다.>