

2025 理科 (物理基礎・物理) 【出題意図】

1. 力の合成、エネルギー保存則、運動方程式、運動量保存則、エネルギーと仕事、それぞれの理解度を見る。
2. 気体の状態変化と熱・仕事についての基本を問う。
3. 誘導起電力など、電流と磁場が相関する現象を理解できているかを見る。

2025 年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全 6 枚のうち 1 枚目)

1

問 1. [計算過程]

各ひもの張力を T_A , T_B とすると力のつり合いより水平方向に $T_B \cos\theta = T_A$, 鉛直方向に $T_B \sin\theta = mg$ が成り立つ。これを解いて,

[答え] ひも A にかかる張力

$$\frac{mg}{\tan\theta}$$

問 2. [計算過程]

ひもを引くことで鉛直移動させた距離は $l \sin\theta$ であるから,

[答え] 小球 a が得たエネルギー

$$mgl \sin\theta$$

問 3. [計算過程]

小球 a の速度を v とするとエネルギー保存則より $mgl = \frac{1}{2}mv^2$ が成り立つ。これを解いて,

[答え] 床に接地する直前の小球 a の速さ

$$\sqrt{2gl}$$

2025年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全6枚のうち2枚目)

1

問4. [計算過程]

接地する直前、ひもにかかる力は、張力、重力、遠心力で $T_B = m\frac{v^2}{\ell} + mg$ 。速度 v に問3
の答えを代入し、

[答え] ひも B が切れる直前の張力

$$3mg$$

問5. [計算過程]

衝突後の速度を V とすると運動量保存則より $mv + M \cdot 0 = (m + M)V$ 。速度 v に問3の
答えを代入し、

[答え] 一体となった物体の速さ

$$\frac{m}{m + M} \sqrt{2g\ell}$$

問6. [計算過程]

一体となった物体の運動エネルギー K は $K = \frac{1}{2}(m + M)V^2 = \frac{m^2 g \ell}{m + M}$ 。一体となった物体が止
まるには距離 L で摩擦がする仕事 $\mu'(m + M)gL$ が運動エネルギー K を上回る必要があ
る。すなわち $\mu'(m + M)gL \geq \frac{m^2 g \ell}{m + M}$ 。これを L について解くと、

[答え] 区間 L の長さ L が満たすべき条件

$$L \geq \frac{m^2 \ell}{\mu'(m + M)^2}$$

2025 年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全 6 枚のうち 3 枚目)

2

問 1. [計算過程]

状態方程式より状態 A と B の温度をそれぞれ T_A , T_B とすると, $P \times V = R T_A$, $2P \times 2V = R T_B$

[答え] 状態 A の温度

$$\frac{PV}{R} \quad [\text{K}]$$

[答え] 状態 B の温度

$$\frac{4PV}{R} \quad [\text{K}]$$

問 2. [計算過程]

A→B の過程の内部エネルギーの変化 ΔU_{AB} は,

$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \left(\frac{4PV}{R} - \frac{PV}{R} \right) = \frac{9}{2} PV$$

A→B の過程で気体が外部にした仕事 W_{AB} は, 線分 AB の下側の面積に相当する。

$$W_{AB} = V \times 2P - \frac{1}{2} PV = \frac{3}{2} PV$$

[答え] 内部エネルギーの変化

$$\frac{9}{2} PV \quad [\text{J}]$$

[答え] 気体が外部にした仕事

$$\frac{3}{2} PV \quad [\text{J}]$$

2025 年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全 6 枚のうち 4 枚目)

問 3. [計算過程]

A→B の過程で吸収した熱量 Q_{AB} は、熱力学第一法則より、 $Q_{AB} = W_{AB} + \Delta U_{AB} = \frac{3}{2}PV + \frac{9}{2}PV = 6PV$ 。A→B の過程の温度変化 ΔT は、 $\Delta T = \frac{4PV}{R} - \frac{PV}{R} = \frac{3PV}{R}$ 。

従って、モル比熱は、

$$\frac{Q_{AB}}{\Delta T} = \frac{6PV}{\left(\frac{3PV}{R}\right)} = 2R$$

[答え] 熱量

$6PV$	[J]
-------	-----

[答え] モル比熱

$2R$	[J/(mol · K)]
------	---------------

問 4. [計算過程]

B→C の過程で気体が外部にした仕事 W_{BC} は 0 J。

C→A の過程は気体が外部によって仕事をされている。

$$W_{CA} = -PV$$

従って、実質的にした仕事の総和 W は

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = \frac{3}{2}PV - PV = \frac{PV}{2}$$

[答え] 実質的にした仕事の総和

$\frac{PV}{2}$	[J]
----------------	-----

問 5. [計算過程]

気体が吸収した熱量は過程 A→B のみ。

$$\text{熱効率 } \epsilon = \frac{\text{実質的にした仕事}}{\text{気体が吸収する熱量}} = \frac{\left(\frac{PV}{2}\right)}{6PV} = \frac{1}{12}$$

[答え] 熱効率

$\frac{1}{12}$

2025 年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全6枚のうち5枚目)

3

問 1.

[答え]

電流は図の (a) 方向を向いており、その大きさは $\frac{E}{R}$ である。

問 2.

[答え]

電流が磁場から受ける力は図の (c) 方向を向いており、
その大きさは $\frac{EB\ell}{R}$ である。

問 3.

[電流の大きさが変化する理由]

電池，導線レール，導体棒，抵抗によって回路が形成されている。導体棒の運動によって回路の水平面の面積が変化（増加）し，回路を貫く磁束が変化（増加）している。このとき，レンツの法則（あるいはファラデーの電磁誘導の法則）より，磁束の変化を打ち消すように導体棒の両端に誘導起電力が生じる。これが回路全体の起電力の和を変化させるため，回路に流れる電流が変化する。

2025 年度 前期日程 [理 科] 物理基礎・物理 [解答例]
(全6枚のうち6枚目)

3 続き

問4. [考え方・計算過程]

Δt 秒間の回路を貫く磁束の変化 $\Delta\Phi$ は $v\Delta tB\ell$ なので、
誘導起電力 $V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ の大きさは $vB\ell$ となる。

[答え] 誘導起電力の大きさ

$$vB\ell$$

問5. [考え方・計算過程]

誘導起電力と電池の起電力の向きは逆方向(つまり誘導起電力によって生じる誘導電流は(b)方向を向く)であり、回路における起電力の和は $E - vB\ell$ である。これが抵抗での電圧降下 RI と等しい。

[答え] 電流の大きさ

$$\frac{E - vB\ell}{R}$$

問6. [考え方・計算過程]

このとき等速運動なので、力は働いておらず、導体棒に電流は流れていない。
すなわち前問でもとめた電流がゼロにならなくてはならない： $E - v_c B\ell = 0$ 。

[答え] v_c

$$\frac{E}{B\ell}$$