

物 理

(解答番号 ~)

「バイオ環境学部」用問題

第1問 次の文章中の **1** ~ **7** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **1** ~ **7**】

図1-1に示すように、なめらかな水平面上に質量 m_A [kg] の物体 A と質量 m_B [kg] の物体 B がある。物体 A を静止している物体 B に速さ v_0 [m/s] で衝突させた。衝突後、物体 A と物体 B は合体し、一体となって運動した。ここで、衝突した後の物体の速さは **1** [m/s] である。したがって、衝突前後の系全体の運動エネルギー変化の大きさは **2** [J] と表せる。

次に、図1-2に示すように、なめらかな水平面上に速さ v_0 [m/s] で動く質量 m_C [kg] の物体 C と静止している質量 m_D [kg] の物体 D がある。物体 C と物体 D の衝突時の反発係数を e としたとき、衝突後の物体 C の速さは **3** [m/s] であり、物体 D の速さは **4** [m/s] となる。これより、物体 C と物体 D が衝突する前後の系全体の運動エネルギー変化の大きさは **5** [J] である。また、衝突後に物体 C が静止する条件は、 **6** である。なお、物体 C と物体 D の衝突が弾性衝突だとすれば、これらが衝突する前後の系全体の運動エネルギー変化の大きさは **7** [J] である。

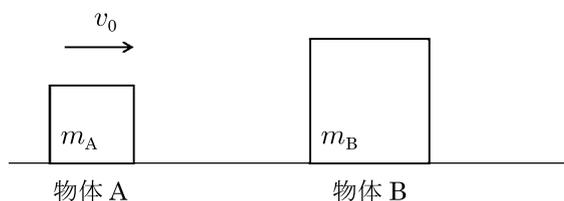


図1-1

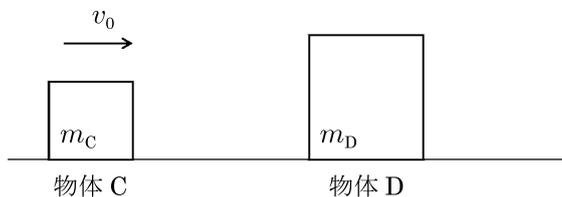


図1-2

1 の選択肢

① $\frac{m_A v_0^2}{m_A + m_B}$ ② $\frac{m_A v_0}{2(m_A + m_B)}$ ③ $\frac{2m_A v_0}{m_A + m_B}$ ④ $\frac{m_A v_0}{m_A + m_B}$

2 の選択肢

① $\frac{m_A m_B v_0^2}{m_A + m_B}$ ② $\frac{m_A m_B v_0^2}{2(m_A + m_B)}$ ③ $\frac{m_A m_B v_0}{2(m_A + m_B)}$ ④ 0

3 の選択肢

① $\frac{(m_C - e m_D) v_0}{m_C + m_D}$ ② $\frac{(m_C + e m_D) v_0}{m_C + m_D}$
③ $\frac{(m_C - e m_D) v_0^2}{m_C + m_D}$ ④ $\frac{(m_C - e m_D) v_0^2}{2(m_C + m_D)}$

4 の選択肢

① $\frac{(1 + e) m_C v_0}{m_C + m_D}$ ② $\frac{(1 + e) m_C v_0^2}{m_C + m_D}$
③ $\frac{(1 - e) m_C v_0}{m_C + m_D}$ ④ $\frac{(1 + e) m_C v_0}{2(m_C + m_D)}$

5 の選択肢

① $\frac{(1 + e^2) m_C m_D v_0^2}{2(m_C + m_D)}$ ② $\frac{(1 - e^2) m_C m_D v_0^2}{2(m_C + m_D)}$
③ $\frac{(1 - e^2) m_C m_D v_0^2}{m_C + m_D}$ ④ 0

6 の選択肢

① $m_C = e m_D$ ② $m_D = e m_C$ ③ $m_C = (1 - e) m_D$ ④ $m_C = \frac{1 - e}{1 + e} m_D$

7 の選択肢

① $\frac{m_C m_D v_0^2}{2(m_C + m_D)}$ ② $\frac{m_C m_D v_0^2}{m_C + m_D}$ ③ $\frac{2m_C m_D v_0^2}{m_C + m_D}$ ④ 0

第2問 次の文章中の **8** ~ **14** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **8** ~ **14**】

1モルの単原子分子理想気体が、質量を無視できるなめらかに動くピストンを持つ容器に入っている。図2-1に示すように、初期状態の状態Aから定圧変化、定積変化、等温変化、断熱変化のいずれかの方法で、状態B, C, Dに変化させた。状態の変化の方向を矢印を用いて示す。

状態A→状態Bのときに気体が吸収した熱量は **8** [J] となる。次に、状態B→状態Dとした。状態Bの気体の温度を T_B [K]、状態Dの気体の温度を T_D [K] とすると、 $T_B : T_D =$ **9** となる。状態B→状態Dで気体が外にした仕事は **10** [J] であることから、気体が吸収した熱量は **11** [J] となる。また、状態A→状態Cは **12** 変化であり、気体が外にした仕事は **13** [J] となる。

状態A→状態Dに変化させるとき、経路A→B→D、経路A→C→D、経路A→Dにおいて、気体が吸収した熱量を比較すると、 **14**。

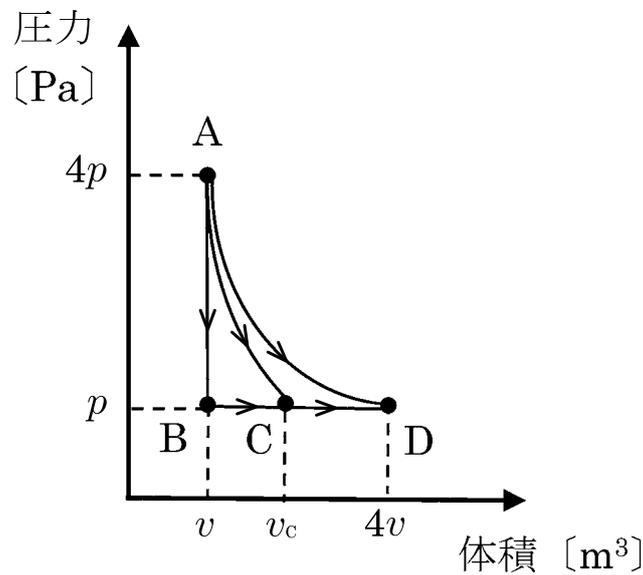


図2-1

8 の選択肢

- ① $\frac{9pv}{2}$ ② $-\frac{9pv}{2}$ ③ $\frac{3pv}{4}$ ④ $-\frac{3pv}{4}$

9 の選択肢

- ① 4 : 1 ② 1 : 1 ③ 1 : 2 ④ 1 : 4

10 の選択肢

- ① $\frac{3pv}{4}$ ② pv ③ $3pv$ ④ $4pv$

11 の選択肢

- ① $\frac{3pv}{2}$ ② $\frac{9pv}{4}$ ③ $\frac{15pv}{4}$ ④ $\frac{15pv}{2}$

12 の選択肢

- ① 定圧 ② 定積 ③ 等温 ④ 断熱

13 の選択肢

- ① $\frac{3p(v_C - 4v)}{2}$ ② $\frac{3p(4v - v_C)}{2}$
③ $\frac{3p(v_C - v)}{2}$ ④ $\frac{3p(v - v_C)}{2}$

14 の選択肢

- ① すべて同じである ② 経路 A → B → D が最も大きい
③ 経路 A → C → D が最も大きい ④ 経路 A → D が最も大きい

第3問 次の文章中の **15** ~ **21** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **15** ~ **21**】

観測者と音源 A が同一直線上にある。音源 A が発生する音の振動数を f [Hz]、音の速さを V [m/s] とする。ただし、すべての方向に同じ位相で音源 A から発生する音の波が伝わるものとする。音源 A が速さ v [m/s] で直線上を移動して、静止した観測者から遠ざかるとき、観測者に聞こえる音の波長は **15** [m] となる。このとき、観測者に聞こえる音の振動数を f_1 [Hz] とすると、**16**。

観測者、音源 A、反射板の順に同一直線上に並んでいる場合を考える。観測者、音源 A、反射板がすべて静止しているとき、反射板で反射されて観測者に聞こえる音の波長は **17** [m] となる。反射板のみを直線上で移動させたのち音を観測すると、観測者に聞こえる音が大きくなる位置や小さくなる位置があった。聞こえる音が最大になった位置から次に最大となる位置に達するまでに反射板が移動する距離は **18** [m] である。次に、観測者と反射板は静止したまま、音源 A を速さ v [m/s] で直線上を移動させて観測者から遠ざける。このとき、観測者が音源 A から直接聞く音の振動数を f_2 [Hz]、反射板で反射されて聞こえる音の振動数を f_3 [Hz] とすると、それぞれ **19** [Hz] となる。これら 2 つの音が重なって観測者に届くと、**20** [回/s] のうなりとなって聞こえる。さらに、反射板を観測者から遠ざける方向に速さ u [m/s] ($u < V$) で移動させると、うなりが消えた。このことから、 $u =$ **21** であることがわかる。

15 の選択肢

① $\frac{V+v}{f}$

② $\frac{V-v}{f}$

③ $\frac{f}{V+v}$

④ $\frac{f}{V-v}$

16 の選択肢

① $f_1 > f$ であり、音源 A が静止しているときより音は低く聞こえる

② $f_1 > f$ であり、音源 A が静止しているときより音は高く聞こえる

③ $f_1 < f$ であり、音源 A が静止しているときより音は低く聞こえる

④ $f_1 < f$ であり、音源 A が静止しているときより音は高く聞こえる

17 の選択肢

① $\frac{V}{f}$

② $\frac{V}{2f}$

③ $\frac{V}{4f}$

④ $\frac{2V}{f}$

18 の選択肢

① $\frac{V}{f}$

② $\frac{V}{2f}$

③ $\frac{V}{4f}$

④ $\frac{2V}{f}$

19 の選択肢

① $f_2 = \frac{V}{V-v} f, f_3 = \frac{V}{V+v} f$

② $f_2 = \frac{V}{V+v} f, f_3 = \frac{V}{V-v} f$

③ $f_2 = \frac{V-v}{V} f, f_3 = \frac{V+v}{V} f$

④ $f_2 = \frac{V+v}{V} f, f_3 = \frac{V-v}{V} f$

20 の選択肢

① $\frac{2Vvf}{(V+v)^2}$

② $\frac{2Vvf}{(V-v)^2}$

③ $\frac{2Vvf}{V^2+v^2}$

④ $\frac{2Vvf}{V^2-v^2}$

21 の選択肢

① $\frac{1}{2} v$

② v

③ $2v$

④ v^2

第4問 次の文章中の **22** ~ **28** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **22** ~ **28**】

(1) 送電線では、電気は 100 V よりも大幅に高い電圧で送られている。発電所から電力 P [W] を電圧 V [V] で出力しているとする。送電線の抵抗を r [Ω] とすると、送電線で損失する電力は **22** [W] となる。このことから、同じ電力を 10 倍の電圧で送電したとき、送電線での損失は **23** 倍となる。交流送電のとき、電圧を変化させるために変圧器がよくもちいられる。変圧器は共通の鉄心に2つのコイルを巻いたものであり、その巻数で電圧を調整する。片側のコイルの巻数を N_a [回]、電圧を V_a [V]、もう一方のコイルの巻き数を N_b [回]、電圧を V_b [V] とすると **24** の関係が成り立つ。

(2) 高精度で電流や電圧を測定する場合には、電流計、電圧計に存在する内部抵抗に注意する必要がある。図4-1、図4-2に電流計、電圧計を使った回路を示す。両回路で使用している電流計、電圧計、抵抗器、電池は同じものである。また、電池の内部抵抗は無視できるものとする。図4-1の回路では電流計は I_1 [A]、電圧計は V_1 [V] を示した。一方、図4-2の回路では電流計は I_2 [A]、電圧計は V_2 [V] を示した。この測定値から、電池の起電力 E は **25** [V] であるとわかり、電流計の内部抵抗は **26** [Ω]、抵抗器の抵抗値 R は **27** [Ω]、電圧計の内部抵抗は **28** [Ω] であるとわかる。

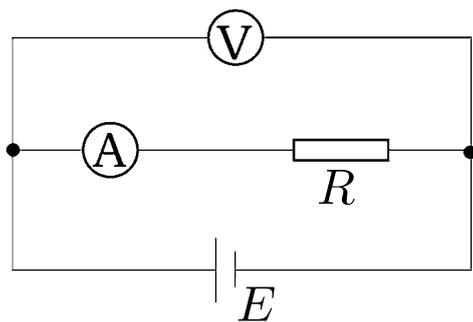


図4-1

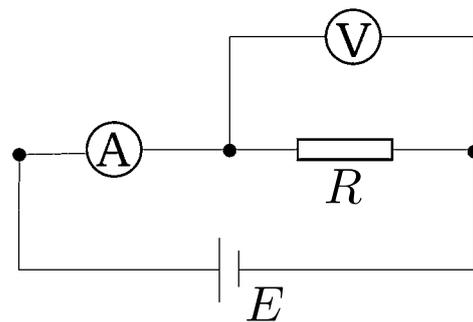


図4-2

22 の選択肢

- ① $\frac{rP}{V}$ ② $\frac{V^2}{r}$ ③ $\frac{rP^2}{V^2}$ ④ $P - \frac{V^2}{r}$

23 の選択肢

- ① $\frac{1}{100}$ ② $\frac{1}{10}$ ③ 10 ④ 100

24 の選択肢

- ① $\frac{V_a}{V_b} = \frac{N_b}{N_a}$ ② $\frac{V_a}{V_b} = \frac{N_a}{N_b}$
③ $\frac{V_a}{V_b} = \left(\frac{N_a}{N_b}\right)^2$ ④ $\frac{V_a}{V_b} = \left(\frac{N_b}{N_a}\right)^2$

25 の選択肢

- ① V_1 ② $2V_1$ ③ $\frac{V_1}{2}$ ④ V_2

26 の選択肢

- ① $\frac{V_1 - 2V_2}{2I_2}$ ② $\frac{V_1}{I_1}$ ③ $\frac{V_1 - V_2}{I_2}$ ④ $\frac{2V_1 - V_2}{I_2}$

27 の選択肢

- ① $\frac{V_2}{I_2}$ ② $\frac{V_1}{2I_1} - \frac{V_1 - 2V_2}{2I_2}$
③ $\frac{2V_1}{I_1} - \frac{2V_1 - V_2}{I_2}$ ④ $\frac{V_1}{I_1} - \frac{V_1 - V_2}{I_2}$

28 の選択肢

- ① $\frac{V_2}{I_2}$ ② $\frac{V_2(V_1I_2 - V_1I_1 + V_2I_1)}{V_1I_2(I_2 - I_1)}$
③ $\frac{V_2(V_1I_2 - V_1I_1 + 2V_2I_1)}{V_1I_2(I_2 - I_1)}$ ④ $\frac{V_2(2V_1I_2 - 2V_1I_1 + V_2I_1)}{2V_1I_2(I_2 - I_1)}$

以上で問題は終わりです。