

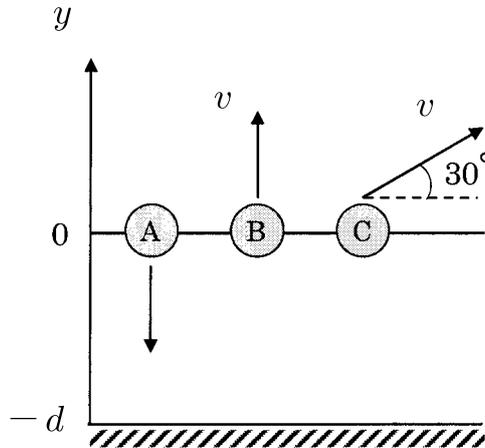
24 物 理

(物理基礎・物理)

(解答番号 ~)

第1問 次の文章中の **1** ~ **7** に当てはまる適当なものを、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**】

図のように鉛直上向きを正とする y 軸をとる。 $y = 0$ の位置に小球 A, B, C がある。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、小球が運動をはじめたときの時刻を $t = 0$ s とする。小球 A を自由落下させたとき、 $y = -d$ [m] にある地面に衝突する時刻は、 $t =$ **1** [s] となる。小球 B を初速度 v [m/s] で鉛直上向きに投げ上げたときには、小球 B が達した最高点の y 座標は、 $y =$ **2** [m] となる。その後、小球 B は落下に転じ、 $y = 0$ の位置を速度 **3** [m/s] で通過し、地面に衝突する直前の速度は **4** [m/s] となる。また、小球 C を水平面と 30° の角をなすように初速度 v [m/s] で投げ上げたときには、小球 C が達した最高点の y 座標は、 $y =$ **5** [m] となる。時刻 t [s] における小球 B, C の y 座標はそれぞれ **6** とあらわせることから、小球 B, C が同時に $y = 0$ の位置を落下して通過するためには、小球 B を投げ出した **7** [s] 後に小球 C を投げ出せばよいことがわかる。



1 の選択肢

- ① $\frac{d}{g}$ ② $\frac{2d}{g}$ ③ $\sqrt{\frac{2d}{g}}$ ④ $\sqrt{\frac{d}{2g}}$

2 の選択肢

- ① $\frac{v^2}{2g}$ ② $\frac{4v^2}{g}$ ③ $\sqrt{\frac{v}{2g}}$ ④ $v\sqrt{2g}$

3 の選択肢

- ① $-2\sqrt{2v}$ ② $-2v$ ③ $-v$ ④ $-\frac{v}{2}$

4 の選択肢

- ① $-v\sqrt{2dg}$ ② $v-2\sqrt{2dg}$ ③ $v-\sqrt{v^2+2dg}$ ④ $-\sqrt{v^2+2dg}$

5 の選択肢

- ① $\frac{v^2}{4g}$ ② $\frac{v^2}{8g}$ ③ $\sqrt{\frac{2v}{g}}$ ④ $2v\sqrt{g}$

6 の選択肢

① B : $y = vt - \frac{1}{2}gt^2$ C : $y = \frac{\sqrt{3}}{2}(vt - gt^2)$

② B : $y = vt - \frac{1}{2}gt^2$ C : $y = \frac{1}{2}(vt - gt^2)$

③ B : $y = vt + \frac{1}{2}gt^2$ C : $y = \frac{\sqrt{3}}{2}(vt + gt^2)$

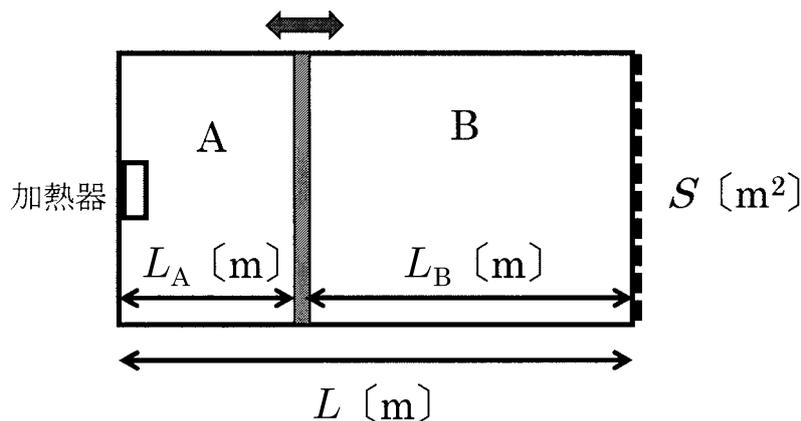
④ B : $y = vt + \frac{1}{2}gt^2$ C : $y = \frac{\sqrt{2}}{2}(vt + gt^2)$

7 の選択肢

- ① $\frac{v}{g}$ ② $\frac{2v}{g}$ ③ $\frac{v}{2g}$ ④ $\frac{\sqrt{2}v}{g}$

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**】

図のように断熱材でできている断面積 S [m²]、長さ L [m] の円筒容器があり、内部はなめらかに動く厚さが無視できる断熱材で作られた仕切り板で A と B の二つの部分に分かれている。左端から仕切り板までの距離を L_A [m]、右端から仕切り板までの距離を L_B [m] とする。A には、体積が無視できる加熱器が入っており、A 内の気体の温度を変化させることができる。一方 B は外部との熱の出入りが自由であり、B 内の気体の温度は外気温度 T_0 [K] と常に等しくなる。A と B にはそれぞれ温度 T_0 [K] の単原子分子理想気体が詰められおり、A 内の気体の物質量は 1 mol である。気体定数を R [J/(mol・K)] とする。初期状態で $L_A : L_B = 2 : 3$ であったとき、B 内の気体の物質量は **8** mol となる。次に、ヒーターで A 内の気体を加熱したところ、仕切り板が動いて、 $L_A : L_B = 3 : 2$ となった。このとき、B 内の気体の圧力は、**9** [Pa] であることから、A 内の気体の温度は **10** [K] であることがわかる。したがって、A 内の気体の内部エネルギーの変化量は **11** [J] となる。A 内の気体が吸収した熱量を Q_A [J] とすると **12** から、A 内の気体が B 内の気体に対して行った仕事は **13** [J] となる。したがって、B 内の気体が吸収した熱量は **14** [J] とあらわせる。



8 の選択肢

- ① 0.4 ② 0.6 ③ 1.5 ④ 5

9 の選択肢

- ① $\frac{3RT_0}{5LS}$ ② $\frac{5RT_0}{3LS}$ ③ $\frac{5RT_0}{2LS}$ ④ $\frac{15RT_0}{4LS}$

10 の選択肢

- ① $\frac{5T_0}{4}$ ② $\frac{3T_0}{2}$ ③ $\frac{9T_0}{4}$ ④ $\frac{15T_0}{4}$

11 の選択肢

- ① $\frac{3RT_0}{4}$ ② $\frac{9RT_0}{8}$ ③ $\frac{5RT_0}{2}$ ④ $\frac{15RT_0}{8}$

12 の選択肢

- ① 熱力学第 1 法則 ② 熱力学第 2 法則
③ ボイルの法則 ④ シャルルの法則

13 の選択肢

- ① $\frac{3RT_0}{4} - Q_A$ ② $Q_A - \frac{3RT_0}{4}$ ③ $Q_A - \frac{15RT_0}{8}$ ④ $\frac{9RT_0}{8} - Q_A$

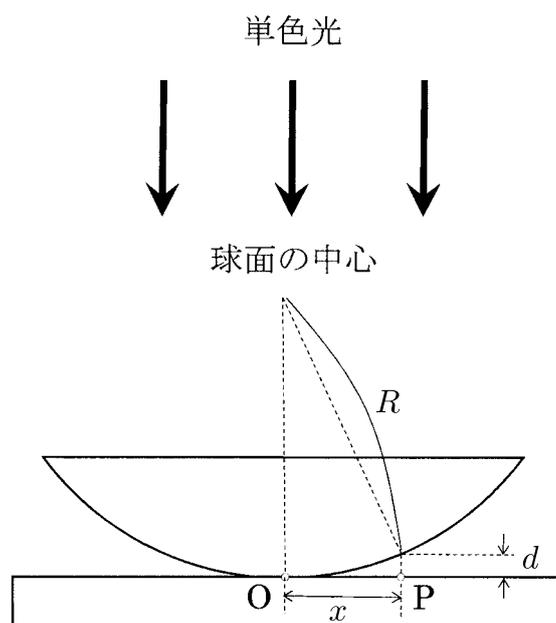
14 の選択肢

- ① $-Q_A$ ② $\frac{15RT_0}{8} - Q_A$ ③ $Q_A - \frac{3RT_0}{2}$ ④ $\frac{3RT_0}{4} - Q_A$

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**】

図のように、球面と平面からできているレンズ（平凸レンズ）を平板ガラスの上になおせ、この平面に対して入射角が 90° になるように上から波長 λ [m] の単色光を当てると、平凸レンズと平板ガラスとの接点 **O** を中心とする同心円状の明暗の縞模様ができる。これは、レンズの下面で反射する光とガラスの上面で反射する光の **15** によりおこる現象である。点 **O** から x [m] だけ離れた平板ガラス上の点を **P** とし、点 **P** における空気層の厚さを d [m] とすると、点 **P** で反射する光（以下、光 **a** とする）と点 **P** の真上のレンズ下面で反射する光（以下、光 **b** とする）の光路差は $2d$ [m] となる。光 **a** は屈折率の小さな媒質から入射し、屈折率の大きな媒質との境界面で反射するので、反射光の位相は **16**。一方、光 **b** は屈折率の大きな媒質から入射し、屈折率の小さな媒質との境界面で反射するので、反射光の位相は **17**。したがって、点 **P** で暗環ができるには d と λ の間に **18**（ただし、 m は 0 以上の整数）の関係が成り立つ必要がある。

また、平凸レンズの球面半径を R [m] とすると、三平方の定理より、 $(R-d)^2 + x^2 = R^2$ の関係が成り立つ。 d [m] は R [m] に比べて非常に小さいので、 $\frac{d^2}{R^2} \doteq 0$ と近似でき、**19** の関係が成り立つ。したがって、点 **P** で暗環ができるには、 $x =$ **20**（ただし、 m は 0 以上の整数）の関係が成り立つ必要がある。また、波長 2λ [m] の単色光を用いて同様の実験を行った場合、**21**。



15 の選択肢

- ① 屈折 ② 回折 ③ 干渉 ④ 分散

16 の選択肢

- ① ずれない ② π だけずれる ③ $\frac{\pi}{2}$ だけずれる ④ $\frac{\pi}{4}$ だけずれる

17 の選択肢

- ① ずれない ② π だけずれる ③ $\frac{\pi}{2}$ だけずれる ④ $\frac{\pi}{4}$ だけずれる

18 の選択肢

- ① $2d = m\lambda$ ② $d = m\lambda$ ③ $2d = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ④ $d = (m + \frac{1}{2})\lambda$

19 の選択肢

- ① $2d = \frac{x}{R^2}$ ② $2d = \frac{x^2}{R^2}$ ③ $2d = \frac{x}{R}$ ④ $2d = \frac{x^2}{R}$

20 の選択肢

- ① $2Rm\lambda$ ② $Rm\lambda$ ③ $\sqrt{Rm\lambda}$ ④ $\sqrt{2Rm\lambda}$

21 の選択肢

- ① 暗環の間隔は、波長 λ [m] の単色光を当てた場合よりも大きくなる
② 明環の間隔は、波長 λ [m] の単色光を当てた場合よりも小さくなる
③ 暗環の間隔は、波長 λ [m] の単色光を当てた場合と変わらない
④ 明環の間隔は、波長 λ [m] の単色光を当てた場合と変わらない

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**〕

同じ材質からできた一様な抵抗線 A, B, C がある。抵抗線 A の断面積は S_A [mm²] で長さが l_A [cm]、抵抗線 B の断面積は S_B [mm²] で長さが l_A [cm]、抵抗線 C の断面積は S_C [mm²] で長さが l_C [cm] であり、 $S_A : S_B = 2 : 3$ である。これらの抵抗線と内部抵抗が無視できる起電力が 15.0 V の電池 1 個を組み合わせて、回路を組み立てた。

はじめに、抵抗線 A と B と電池を直列につないだ回路を組み立てた。このとき回路を流れる電流が 3.0 A であった。したがって、この回路の合成抵抗は **22** Ω となる。抵抗線 A の抵抗値を R_A [Ω] とすると、この回路の合成抵抗は R_A を用いて、**23** [Ω] とあらわせることから、 $R_A =$ **24** Ω であることがわかる。

次に、抵抗線 A と C と電池を並列につないだ回路を組み立てた。この回路の合成抵抗は R_A を用いて、**25** [Ω] とあらわせる。このとき回路全体を流れる電流が 15.0 A であった。したがって、 $l_A : l_C =$ **26** であることがわかる。

最後に抵抗線 B と C と電池を並列につないだところ、回路全体に流れる電流は **27** A となった。 $S_B = 18.0$ mm²、 $l_C = 3.0$ cm のとき、抵抗線の材質の抵抗率は **28** [Ω・m] となる。

22 の選択肢

- ① 0.20 ② 2.0 ③ 5.0 ④ 20

23 の選択肢

- ① $\frac{(S_A + S_B) R_A}{S_A}$ ② $\frac{(S_A + S_B) R_A}{S_B}$ ③ $\frac{S_A R_A}{S_A + S_B}$ ④ $\frac{S_B R_A}{S_A + S_B}$

24 の選択肢

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0

25 の選択肢

- ① $\frac{(l_A + l_C) R_A}{l_A}$ ② $\frac{(l_A + l_C) R_A}{l_C}$ ③ $\frac{l_A R_A}{l_A + l_C}$ ④ $\frac{l_C R_A}{l_A + l_C}$

26 の選択肢

- ① 1 : 2 ② 2 : 1 ③ 2 : 3 ④ 3 : 4

27 の選択肢

- ① 5.0 ② 7.5 ③ 10.0 ④ 17.5

28 の選択肢

- ① 1.5×10^{-1} ② 1.5×10^{-4} ③ 6.0×10^{-1} ④ 6.0×10^{-4}

以上で問題は終わりです。