受験番号	学部　　　　番

A — 1

物　理　解　答　用　紙

(標準的な正答例であり，この他にも正解となる解答はあります。)

1

		評点

問1

[説明と計算式]

点 A 到達時の物体の速さv_0は，エネルギー保存則より以下のようになる。

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\therefore v_0 = x_0\sqrt{\frac{k}{m}}$$

答 $v_0 = x_0\sqrt{\frac{k}{m}}$ 〔m/s〕

問2

[説明と計算式]

点 C 通過直後，重力が遠心力以上の場合，円筒面にそって移動する。

$$mg \geq \frac{mv_0^2}{r}$$

$v_0 \leq \sqrt{gr}$　したがって，最大値は$\sqrt{gr}$である。

答 v_0の最大値：$\sqrt{gr}$ 〔m/s〕

問3

[説明と計算式]

点 D 通過時の速さv_Dは，エネルギー保存則より以下のようになる。

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgr = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgr\cos\theta, \qquad v_0^2 + 2gr = v_D^2 + 2gr\cos\theta$$

$$v_D^2 = v_0^2 + 2gr - 2gr\cos\theta$$

$$\therefore v_D = \sqrt{v_0^2 + 2gr\,(1-\cos\theta)}$$

答 $v_D = \sqrt{v_0^2 + 2gr\,(1-\cos\theta)}$ 〔m/s〕

問4

[説明と計算式]

点 D を通過するとき，重力と遠心力の円筒面に対する垂直方向成分の合力Nは$N = 0$になるから，以下のようになる。

$$N = mg\cos\theta - \frac{mv_D^2}{r} = 0$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{v_D^2}{gr}$$

答 $\cos\theta = \frac{v_D^2}{gr}$

問5

[説明と計算式]

点 D 通過時の上下方向の速度は$-v_D\sin\theta$，上下方向の位置は$r\cos\theta$であるから，求める時間tは点 O からの物体の高さyが$y = 0$になるときである。

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 - (v_D\sin\theta)t + r\cos\theta = 0, \qquad gt^2 + 2(v_D\sin\theta)t - 2r\cos\theta = 0$$

$$t = \frac{-v_D\sin\theta \pm \sqrt{(v_D\sin\theta)^2 + 2gr\cos\theta}}{g}, \qquad t > 0 \text{ より } t = \frac{-v_D\sin\theta + \sqrt{(v_D\sin\theta)^2 + 2gr\cos\theta}}{g}$$

rを消去するため問 4 の答えを代入すると，以下のようになる。

$$t = \frac{-v_D\sin\theta + v_D\sqrt{\sin^2\theta + 2}}{g}$$

答 $t = \frac{-v_D\sin\theta + v_D\sqrt{\sin^2\theta + 2}}{g}$ 〔s〕

小計	

受験番号	学部　　　　番

A — 2

物　理　解　答　用　紙

（標準的な正答例であり，この他にも正解となる回答はあります。）

2

問１

[説明と計算式]

理想気体の状態方程式 $pV=nRT$，容器 A の体積を V_A，容器 A 内の圧力を p_A，容器 A 内の絶対温度を T_A とすると，

$$n_A = \frac{p_A V_A}{R T_A} = \frac{1.50\times10^5 \cdot 4.00\times10^{-3}}{R(27+273)} = \frac{600}{300R} = \frac{2}{R}[\mathrm{mol}]$$

答　$n_A = \frac{2}{R}[\mathrm{mol}]$　または $\frac{2\mathrm{J}}{R\mathrm{K}}$ [mol]

問２

[説明と計算式]

理想気体の状態方程式 $pV=nRT$，容器 B の体積を V_B，容器 B 内の圧力を p_B，容器 B 内の絶対温度を T_B とすると，

$$n_B = \frac{p_B V_B}{R T_B} = \frac{3.20\times10^5 \cdot 6.00\times10^{-3}}{R(47+273)} = \frac{1920}{320R} = \frac{6}{R}[\mathrm{mol}]$$

答　$n_B = \frac{6}{R}[\mathrm{mol}]$　または $\frac{6\mathrm{J}}{R\mathrm{K}}$ [mol]

問３

[説明と計算式]

単原子分子の理想気体における内部エネルギー U は $U=\frac{3}{2}nRT$ で表される。
コックを閉じた状態の容器 A と容器 B の内部エネルギーの和と，コックを開けた後の容器の内部エネルギーは等しいので，

$$\frac{3}{2}(n_A+n_B)RT = \frac{3}{2}n_A R T_A + \frac{3}{2}n_B R T_B$$

$$\left(\frac{2}{R}+\frac{6}{R}\right)RT = \frac{2}{R}R\,(27+273) + \frac{6}{R}R\,(47+273)$$

$8T = 600 + 1920 = 2520$　　$\therefore T = 315$ K

答　$T=$ 315 K

問４

[説明と計算式]

理想気体の状態方程式 $pV=nRT$ より $p(V_A+V_B) = (n_A+n_B)RT$ が得られるので，

$$p = \frac{(n_A+n_B)RT}{V_A+V_B} = \frac{\left(\frac{2}{R}+\frac{6}{R}\right)R\times315}{4.00\times10^{-3}+6.00\times10^{-3}} = \frac{8\times315}{1.00\times10^{-2}}$$

$= 252000$ Pa $= 2.52\times10^5$ Pa

答　$p=$ 252000 Pa または 2.52×10^5 Pa

小計	

受験番号	学部　　　　番

A—3

物　理　解　答　用　紙

（標準的な正答例であり、この他にも正解となる解答はあります。）

3

問1

(1)

A	B	C
白色	連続スペクトル	分散

D	E	F
屈折率	赤色	紫色

(2) 大小関係：　$f_1 < f_2$

理由：問題文に与えられた条件より，光軸と平行に入射した光がレンズから出るときの屈折のみ考えればよい。可視光に対する石英ガラスの屈折率は波長が長いほど小さく，屈折率が小さいと屈折角は小さくなり，焦点の位置がレンズの中心から遠くなるため，f_2の方がf_1より長くなる。

問2

(1)

答　$d\sin\theta_m = m\lambda_0$

(2)［説明と計算式］

$X_m = L\tan\theta_m$である。

ここで，$\tan\theta_m \fallingdotseq \sin\theta_m$が成立するから，$X_m = L\sin\theta_m$と近似でき，

(1)の答より$\sin\theta_m = \frac{m\lambda_0}{d}$であるから$X_m = L\frac{m\lambda_0}{d}$となる。

答　$X_m = L\dfrac{m\lambda_0}{d}$

(3)［説明と計算式］

波長を短くすると明点はP_0側に移動する。

P_2が次に明点になるのはB_3がP_2にくるときであるから，

$X_2 = L\frac{2\lambda_0}{d} = L\frac{3\lambda}{d}$であり，$\lambda = \frac{2\lambda_0}{3}$となる。

答　$\lambda = \dfrac{2\lambda_0}{3}$

小計	