

# 2026 年度大阪公立大学理学部学校推薦型選抜試験

## 物理学科小論文問題

### 注意事項

- (1) 問題冊子は、監督者が「解答はじめ」の指示をするまで開かないこと。
- (2) 問題は 2～10 ページである。解答用紙は 4 枚ある。脱落があった場合は、申し出ること。
- (3) 解答用紙の所定欄に受験番号、氏名を忘れずに記入すること。
- (4) 机上に各自の「受験票」を出しておくこと。
- (5) 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- (6) 問題冊子は各自持ち帰ること。
- (7) 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を行うことは禁じられています。

(空白)

(空白)

## 小論文：第1問 (50点)

問1 図1の上図のように、壁の両側に固定された2本のばね(ばね定数 $k$ )の先端に、それぞれ質量 $m$ の小球が取り付けられており、自然長で接している。次に下図のように小球1を自然長の位置から $x_0$ だけ縮め、手を離した。小球1と2の間の跳ね返り係数を $e$ とし、次の問いに答えよ。ただし、小球は滑らかな床に接地しているものとし、空気抵抗およびばねの質量は無視する。

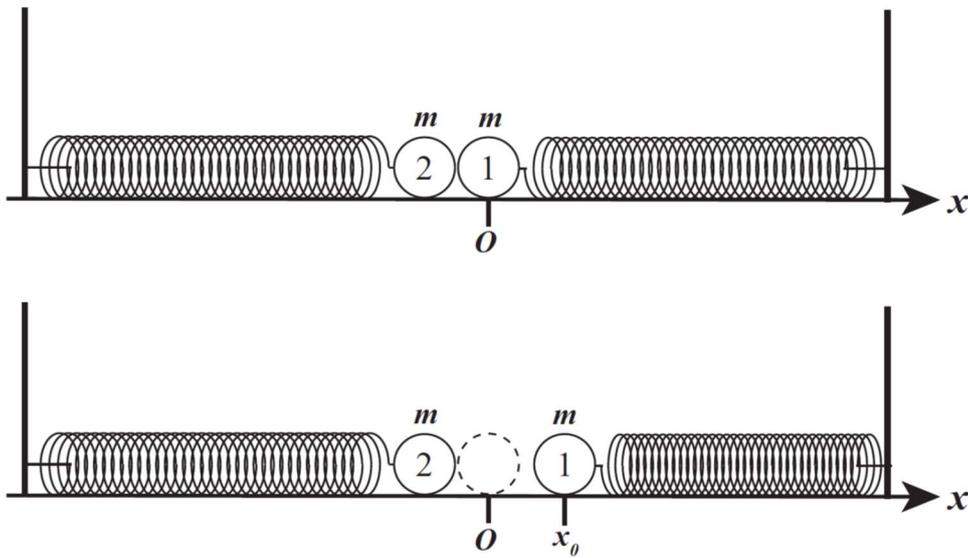


図1

まずは $e = 1$ の場合を考える。

- (1) 小球1の運動の周期を求めよ。
- (2) 小球1の運動の時間変化の様子をグラフで示せ。

次に $0 < e < 1$ とし、何度か小球同士が衝突した状況を考える。

- (3) 小球1と2の衝突直前の速度をそれぞれ $v_1, v_2$ とする。小球2からみた小球1の相対速度 $v = v_1 - v_2$ と、小球1と2の重心速度 $V = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ を用いて、小球1と2の衝突直後の速度を表せ。
- (4) 衝突によるエネルギーの変化を $m, e, v$ を用いて表せ。
- (5) 小球同士が衝突を繰り返し、エネルギー変化が無視できるくらい小さくなった。小球1および2の運動はどうか、理由も付して定性的に述べよ。

問 2 図2のように、十分に深い穴の端から質量  $m$  の小球を、速さ  $v_0$  で斜め下方に角度  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) で距離  $L$  離れた壁に向かって射出することを考える。重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下の問いに答えよ。

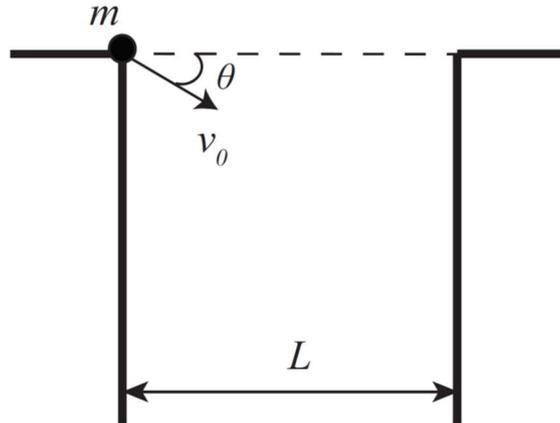


図 2

- (1) 小球の速度  $\vec{v}$  に比例する抵抗  $-\beta\vec{v}$  ( $\beta > 0$ ) がある場合を考える。小球が壁に到達しない場合、十分に時間が経った後の小球の運動はどうなるか。速さと運動方向を答えよ。

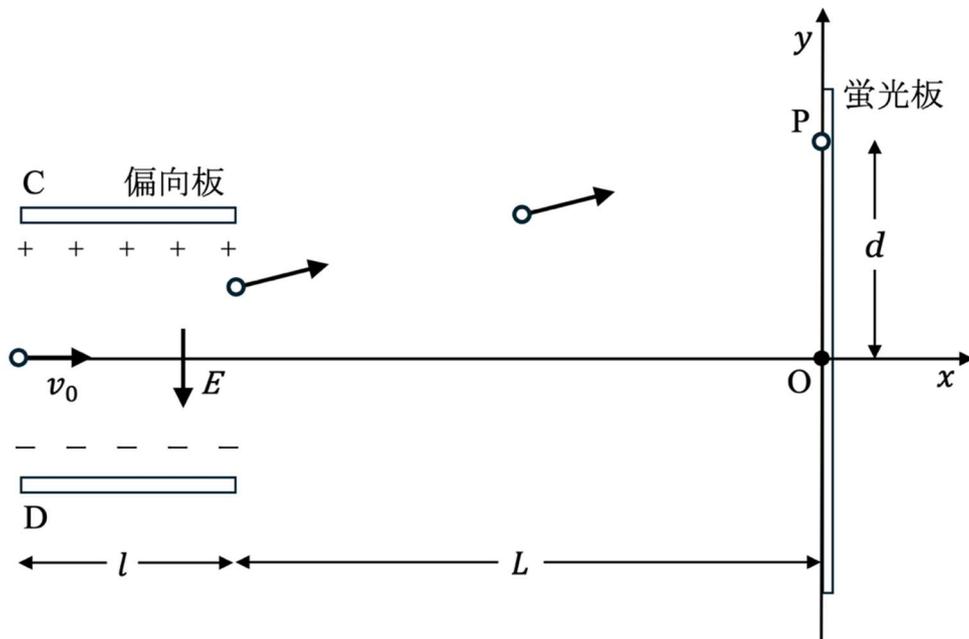
小球の到達距離を物理量の次元を調べることによって求めてみよう。

- (2)  $v_0$ ,  $m$ ,  $\beta$  を用いて長さの次元を持つ物理量を構成せよ。  
 (3) 前問で求めたような長さの次元を持つ物理量は、次元を持たない定数倍  $C$  の不定性を除き、小球の最大移動距離に関係している。小球が壁に到達するための条件を推察し、 $v_0$ ,  $m$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $L$ ,  $C$  を用いて表せ。

## 小論文：第2問 (50点)

宇宙の構成要素のひとつである電子の比電荷を求めるため、1897年にJ.J.トムソンは以下の実験を実施した。また、この実験によって電子の存在が初めて確認された。

図のように並行板電極(偏向板)CD間に入射する速さ $v_0$ 、質量 $m$ 、電荷 $-e$  ( $e > 0$ )を持った電子の運動を考える。このとき、重力の影響は無視でき、CD間に電界がなければ、電子は直進して蛍光板上の点Oに当たる。図のように $x$ 軸、 $y$ 軸をとり、CD間に $y$ 軸の負の向きに強さ $E$ の電界をかけると、蛍光板上では点Oから距離 $d$ だけ離れた点Pに電子が到達した。偏向板の長さを $l$ 、偏向板から蛍光板までの距離を $L$ とする。次の問いに、導出過程を含めて答えよ。



- (1) 電子の比電荷  $e/m$  を  $v_0$ ,  $E$ ,  $l$ ,  $L$ ,  $d$  を使って求めよ。

この実験方法で電子の比電荷を求めるためには、電子の速さ  $v_0$  を見積もる必要がある。そのため、偏向板の電界に垂直な方向に、磁束密度の大きさが  $B$  の磁界をかけ、偏向板の中の電界中を電子が直進するように調整した。

- (2) 磁界の方向を示し、電子の比電荷  $e/m$  を  $E$ ,  $B$ ,  $l$ ,  $L$ ,  $d$  を使って求めよ。
- (3) 陽子を速さ  $v_0$  で入射させた場合、電子との運動の違いを示せ。陽子の比電荷を精度よく測定するための工夫を述べよ。

(空白)

## 小論文：第3問 (50点)

光は、波の性質を持つことから、波長と振動数を用いて表すことができる。いま、真空中を、波長 $\lambda$ 、振動数 $f$ のレーザー光が伝搬したとき、光の伝搬と干渉について考える。以下の問いに答えよ。(2)と(3)については導出過程も示せ。

光が波として $x$ 軸上の光軸を伝搬するとき、光の波は座標 $x$ と時間 $t$ の関数として、正弦波で表される。

- (1) 光が真空中を $x$ 軸の正の向きに伝搬するとき、正弦波の式を示せ。ただし、光の波の振幅を $A$ とする。

次に、図1のマイケルソン干渉計を考える。この干渉計の原理は、重力波の検出や赤外線分光にも使われている。レーザー光源から出たレーザー光(波長 $\lambda$ 、振動数 $f$ 、振幅 $A$ )を、半透過鏡で光1と光2に分け、それぞれの光を鏡で反射させた後、半透過鏡で検出器の方向に伝搬させ、検出器上で干渉させた。ここで、レーザー光源を点 $O$ 、半透過鏡とレーザー光が交わる点を点 $P$ とする。点 $P$ と鏡1の距離は $L_1$ に固定しており、鏡2は光2の光軸方向に動けるようになっており、点 $P$ と鏡2の距離は $L_2$ とする。また、点 $O$ から点 $P$ までの距離を $L_0$ 、点 $P$ から検出器までの距離を $L_3$ とする。レーザー光源、鏡、半透過鏡、および、検出器は真空中に置いてあり、半透過鏡の厚さは考えないものとする。ただし、レーザー光が鏡や半透過鏡で反射するとき、レーザー光の位相が $\pi$ だけずれるとする。

- (2) 検出器上で光1と光2を重ね合わせたとき、光の合成波の振幅を、 $A$ 、 $L_0$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $f$ と $\lambda$ のうち必要なものを用いて表せ。また、必要な場合、次の三角関数の公式を用いよ。

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

- (3) 上の問いから、検出器の上で干渉した光が最も明るくなる条件を求めよ。ただし、干渉の次数は $m$ (整数)とする。

次に、図2のように、光1の光軸上に、透明なガラス板(厚さ $d$ )を置いた。ここで、ガラス板の屈折率を $n$ とする。

- (4) マイケルソン干渉計を用いて、ガラス板の屈折率 $n$ を測定する方法を考案し、記述せよ。ただし、ガラス板表面は十分に広く、ガラス板表面での反射は考えないものとする。

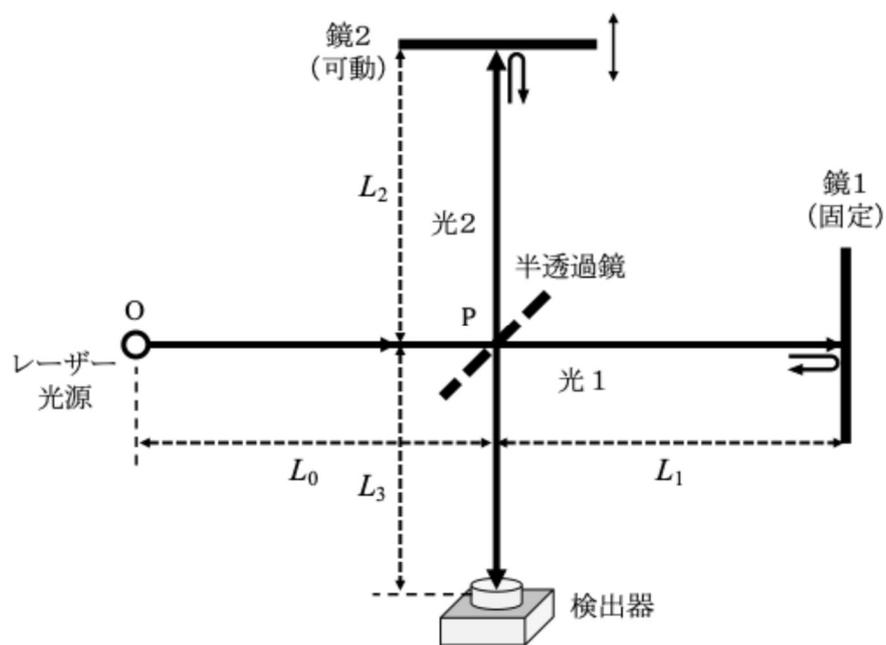


図 1

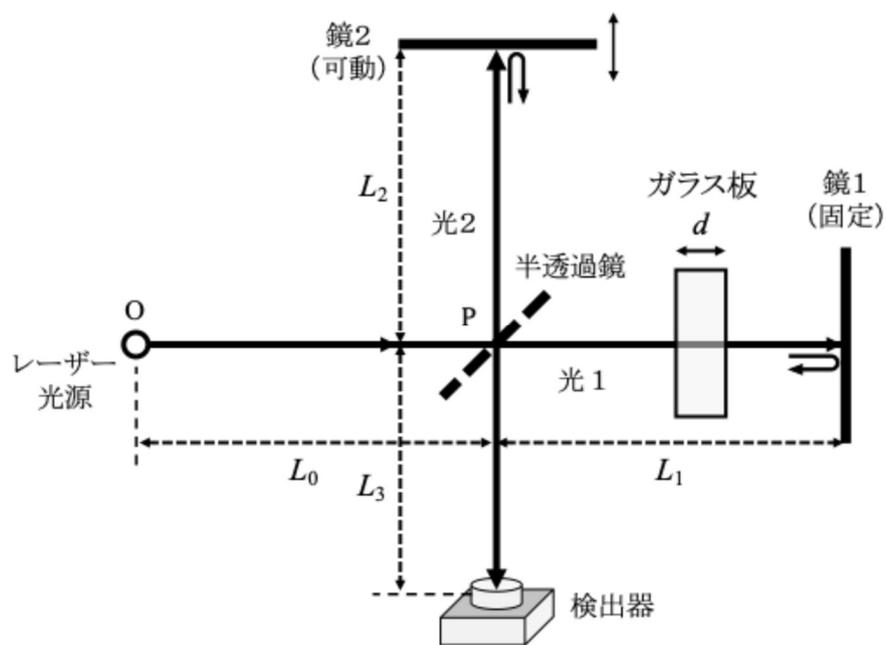


図 2

## 小論文：第4問 (50点)

問 1 下の文章は物理学者ファインマン氏の自叙伝 *Surely, you're joking, Mr. Feynman!* (邦題『ご冗談でしょう、ファインマンさん』) の Lucky Numbers の章からの抜粋で、ファインマン氏がブラジル滞在中にソロバン(abacus)の名人と計算対決することになった場面である。次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

[Redacted text block containing the main body of the passage]

[REDACTED]

(出典：Richard P. Feynman, *Surely You're Joking, Mr. Feynman!: Adventures of a Curious Character*, W. W. Norton & Company より抜粋)

- (1) 計算対決で勝利を収めることになった立方根 (3 乗根) を表す英語を抜き出せ。
- (2) 章のタイトルが **Lucky Numbers** となっているのはなぜか, 説明せよ。
- (3) 立方根の計算でファインマン氏が行った計算を参考にして, 1330 の立方根を小数点以下第 3 位まで計算せよ。(参考:  $|x|$  が 1 より十分に小さいとき近似公式  $(1+x)^{1/3} \cong 1+x/3$  が成り立つ。)
- (4)  $|x|$  が 1 より十分に小さいとき近似公式  $(1+x)^\alpha \cong 1+\alpha x$  が成り立つのはなぜか, 説明せよ。
- (5) ソロバンを用いた計算に対して, ファインマン氏が述べた意見を説明せよ。

問 2 次の各問いに**英語**で答えよ。

- (1) In junior high school, we learned that multiplying two negative numbers results in a positive number. Why is that? Provide the best explanation you have.
- (2) In junior high school, we learned that the volume of a ball of radius  $r$  is given by  $4\pi r^3/3$ . Explain the reason of this formula. You can either prove it with calculus you learned in high school or provide the best logical explanation you have.