H8—2022— 英　　語

学科（記述式）試験問題

注　意　事　項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2. 答案用紙の記入について

㋐　答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

㋑　答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

㋒　答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
〔　　〕—（　　）—［　　　］の欄は〔 H8 〕—（2022）—［**英　語**］と記入してください。

㋓　答案用紙各枚の右上の（　ページ）欄に上から順にページ数を記入してください。

㋔　下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	（ページ）
【No.　**1**】	（ 1 ～ 2 ）
【No.　**2**】	（ 3 ～ 4 ）
【No.　**3**】	（ 5 ～ 6 ）

㋕　答案用紙各枚の左上にある（No.　　）の欄には問題番号を記入してください。

㋖　試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第 1 次試験地	受験番号	氏　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　**希望しない**

【No. 1】 Read the following text and answer the questions (1)–(5) **in English**.

著作権の関係のため、掲載できません。

著作権の関係のため、掲載できません。

(1) What are the two colors that would fit for the blanks $\boxed{}$?

(2) Give the general definition of the “complementary color”, following the example of this text.

(3) What is the complementary color to green?

(4) This exhibit uses three color lights to project eight colors on the wall. If you make an exhibit with five different colored lights instead of three, how many colors (or colored shadows) would appear on the wall in theory?

(5) Explain how to derive the answer to the previous question (4) in 60 words or less.

【No.　2】 次の文章を読み、問い(1)〜(4)に答えよ。

著作権の関係のため、掲載できません。

著作権の関係のため、掲載できません。

⑴　下線部⑴といえるのはなぜか、日本語で説明せよ。

⑵　下線部⑵は具体的に何を指しているか、日本語で記せ。

⑶　下線部⑶を和訳せよ。

⑷　下線部⑷で述べられていることは、具体的にどのような Marshall の活動と行政機関の手続きによって実現しているか、日本語で説明せよ。

【No.　3】 次の文章を読み、下線部(1)~(5)を英訳せよ。

著作権の関係のため、掲載できません。

H8—2022—$\boxed{\text{数　　学}}$

学科（記述式）試験問題

注　意　事　項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2. 答案用紙の記入について

(ア)　答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

(イ)　答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

(ウ)　答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。

［　　］—（　　）—$\boxed{}$ の欄は［ H8 ］—(2022)—$\boxed{\textbf{数　学}}$ と記入してください。

(エ)　答案用紙各枚の右上の(　ページ)欄に上から順にページ数を記入してください。

(オ)　下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	(ページ)
【No.　**1**】	(1 ～ 2)
【No.　**2**】	(3 ～ 4)
【No.　**3**】	(5 ～ 6)

(カ)　答案用紙各枚の左上にある(No.　　)の欄には問題番号を記入してください。

(キ)　試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第 1 次試験地	受験番号	氏　　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　　**希望しない**

【No.　1】 $\alpha=\sqrt{2}+\sqrt{3}$，$\beta=-\sqrt{2}+\sqrt{3}$ として、数列 $\{a_n\}$ $(n=1, 2, \cdots)$ を $a_n=\alpha^n+\beta^n$ により定める。以下の設問に答えよ。

(1) a_2 及び a_4 を求めよ。

(2) 方程式 $x^4+Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$ が $x=\alpha$ を解にもつような整数 A，B，C，D の値の組を一つ求めよ。

(3) 5以上の自然数 n に対して、a_n を a_{n-2}，a_{n-4} を用いて表せ。

(4) 全ての自然数 m に対して、a_{2m} が整数であることを示せ。

(5) α^{2022} の整数部分の1の位の数を求めよ。ただし、実数 x の整数部分とは、x を超えない最大の整数を指すものとする。

【No.　2】 e を自然対数の底、n を 2 以上の自然数とする。a_n を等式

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \cdots + \frac{1}{n!} + \frac{a_n}{(n+1)!}$$

を満たす数とし、関数 $f(x)$ を

$$f(x) = e^x \left\{ 1 + \frac{1-x}{1!} + \frac{(1-x)^2}{2!} + \cdots + \frac{(1-x)^n}{n!} \right\} + \frac{a_n}{(n+1)!}(1-x)^{n+1}$$

で定める。以下の設問に答えよ。なお、必要ならば、$2 < e < 3$ であることは用いてよい。

(1) $f(0)$ 及び $f(1)$ の値を求めよ。

(2) $f(x)$ の導関数 $f'(x)$ を a_n, n, x を用いて表せ。

(3) 関係式 $a_n = e^c$, $0 < c < 1$ を満たす実数 c が存在することを示せ。さらに、不等式 $0 < \dfrac{a_n}{n+1} < 1$ が成り立つことを示せ。

(4) e が無理数であることを示せ。

【No.　3】 xy 平面上に２点 $\mathrm{A}(1, 0)$，$\mathrm{B}(-1, 0)$ をとり、曲線 C を楕円 $\dfrac{x^2}{2}+y^2=1$ の $y>0$ の部分とする。C 上の点 P における C の接線を l とし、２点 A，B から l に下ろした垂線と l との交点をそれぞれ G，H とする。以下の設問に答えよ。

(1) $|\overrightarrow{\mathrm{AP}}|+|\overrightarrow{\mathrm{BP}}|$ の値は、点 P の位置によらず一定であることを示せ。

(2) 点 P の座標を (x_0, y_0) とし、ベクトル $\vec{m}$，$\vec{n}$ を、それぞれ $\vec{m}=(2y_0,\ -x_0)$，$\vec{n}=(x_0,\ 2y_0)$ により定める。

(i) $\vec{m}$ は l の方向ベクトル、$\vec{n}$ は l の法線ベクトルであることをそれぞれ示せ。

(ii) (i)の結果より、ベクトル $\overrightarrow{\mathrm{BH}}$ は実数 s，t を用いて

$$\overrightarrow{\mathrm{BH}}=\overrightarrow{\mathrm{BP}}+s\vec{m}=t\vec{n}$$

と表すことができる。s，t を x_0，y_0 を用いて表せ。ただし、分母、分子がともに x_0 又は y_0 の高々一次式となるような既約分数式の形で表すこと。

(iii) $\cos\angle\mathrm{BPH}$ の値を、(ii)で導入した s，t を用いて表せ。さらに、(ii)の結果を使って、その値 $(\cos\angle\mathrm{BPH})$ を x_0 を用いて表せ。

(iv) $\angle\mathrm{BPH}=\angle\mathrm{APG}$ が成り立つことを示せ。

(3) 直線 AP と直線 BH の交点を Q とする。点 P が曲線 C 上を動くときの点 Q の軌跡を求めよ。

H8―2022― **物　　理**

学科（記述式）試験問題

注　意　事　項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2. 答案用紙の記入について

(ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

(イ) 答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

(ウ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
［　　］―（　　）―［　　　］の欄は［ H8 ］―(2022)―**物　理** と記入してください。

(エ) 答案用紙各枚の右上の（　ページ）欄に上から順にページ数を記入してください。

(オ) 下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	（ページ）
【No.　**1**】	（ 1 ～ 2 ）
【No.　**2**】	（ 3 ～ 4 ）
【No.　**3**】	（ 5 ～ 6 ）

(カ) 答案用紙各枚の左上にある（No.　　）の欄には問題番号を記入してください。

(キ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3. この問題集で単位の明示されていない量については、全て国際単位系（SI）を用いることとします。

4. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

5. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

6. 下欄に受験番号等を記入してください。

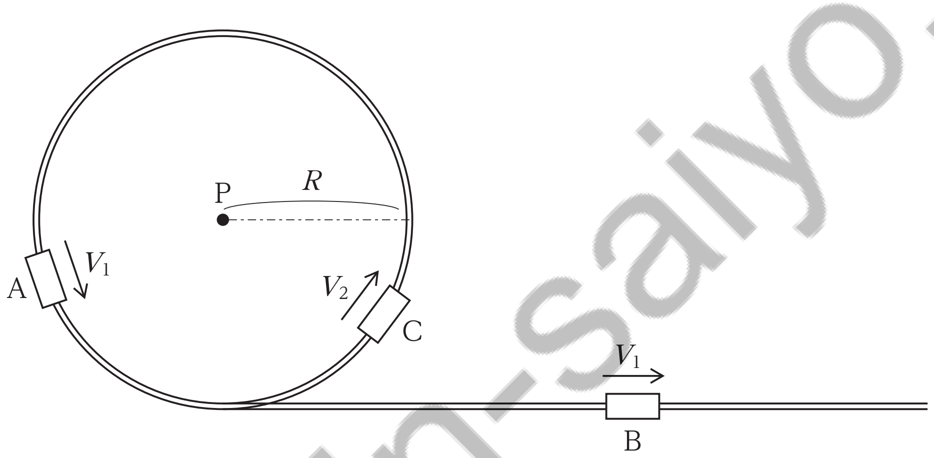
第 1 次試験地	受験番号	氏　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

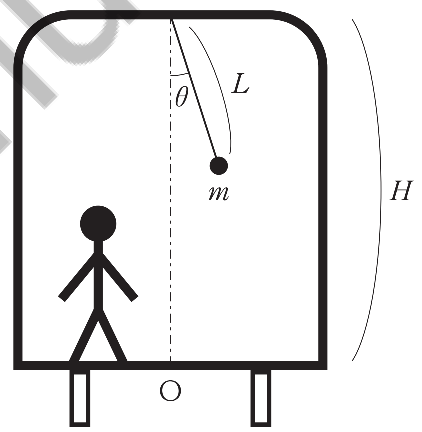
途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　**希望しない**

【No.　1】 図Ⅰは電車のレールを上から見た図である。点Pを中心とする半径Rの円形のレールと、そこからのびる直線のレールがあり、その上を電車が走っている。電車は図Ⅱのように、床から天井までの高さはHで、天井から長さL($L < H$)の軽くて伸びないひもで質量mの小球が吊り下げられており、電車の進行方向と垂直な面内のみで振動できるようになっている。ひもの鉛直方向からの角度をθとして、電車の中にいる人から見た小球の運動について以下の問いに答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

なお、レールの幅及び電車の幅はRと比較して無視できるものとする。また、小球は電車の壁にはぶつからず、ひもの長さLはRと比較して小さく無視できるものとする($R + L \fallingdotseq R$)。さらに、レールと電車の床は常に水平で、傾かないものとする。重力加速度の大きさをgとする。



図Ⅰ　電車のレールを上から見た図



図Ⅱ　電車の進行方向に垂直な断面を電車の後方から見た図

はじめ、円形のレールの上を、電車が速さV_1で走っている(図ⅠのA)。このとき、ひもが鉛直方向からの角度$\theta = \theta_1$で静止した。

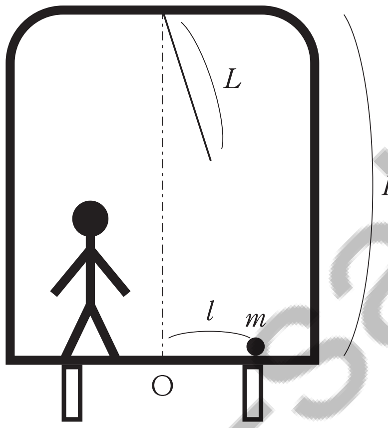
(1)　電車の速さV_1及びひもの張力の大きさT_1を、R, L, m, g, θ_1のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。

この電車は V_1 の速さで直線区間に入り、等速直線運動を続けた(図ⅠのB)。電車が直線区間に入ったときに小球が振動を始め、その後も振動を続けた。

(2) 振動する小球の速さが最大となるときの大きさ v_{m1} を、R, L, m, g, θ_1 のうち必要なものを用いて表せ。

(3) (2)のときのひもの張力の大きさ T_2 を、R, L, m, g, θ_1 のうち必要なものを用いて表せ。

(4) (2)のときにひもが切れて小球が床に落下したとする(図Ⅲ)。ひもの吊り下げ位置の直下の床上の点Oから小球の落下位置までの距離 l を、R, H, L, m, g, θ_1 のうち必要なものを用いて表せ。



図Ⅲ　図Ⅱと同じ。ただし小球が床に落下したところ。

次に、電車が速さ V_1 で半径 R の円形のレール上を走り(図ⅠのA)、小球とひもが静止しているときに、電車の速さが瞬間的に V_2 に変わり、その後も速さ V_2 で走り続けた場合を考える(図ⅠのC)。このとき小球は(1)の静止状態から振動を始め、小球の高さが最も高くなったときのひもの鉛直方向からの角度が $\theta = \theta_2$ $(\theta_2 > \theta_1)$ であったとする。

(5) 小球に重力と慣性力が働くと、それらの合力が、慣性系での重力と同じような働きであるとみなすことができる。これを見かけの重力であるとすると、小球の振動は、見かけの重力が $\theta = \boxed{\text{ア}}$ の方向に加速度の大きさ $g' = \boxed{\text{イ}}$ で働いていると考えることができる。アとイに当てはまる値を、R, L, m, g, θ_1, θ_2 のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。

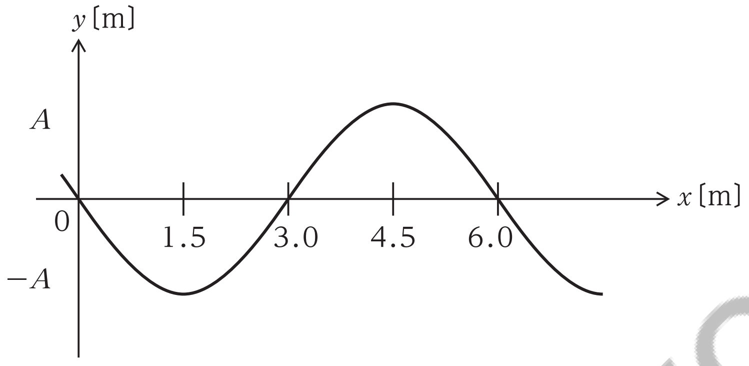
(6) 電車の速さ V_2 を、R, L, m, g, θ_1, θ_2 のうち必要なものを用いて表せ。

(7) 振動する小球の速さが最大となるときの大きさ v_{m2} を、R, L, m, g, θ_1, θ_2 のうち必要なものを用いて表せ。

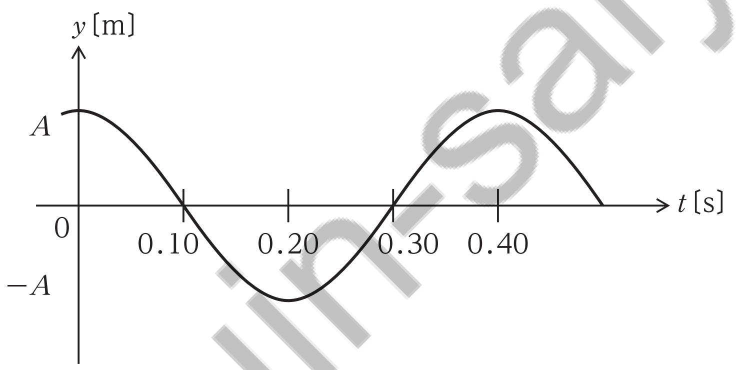
(8) (7)のときのひもの張力の大きさ T_3 を、R, L, m, g, θ_1, θ_2 のうち必要なものを用いて表せ。

【No.　 2】 波に関する以下のⅠ、Ⅱの設問に答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

Ⅰ．媒質の変位が図のように描ける、媒質を伝わる波がある。



図Ⅰ



図Ⅱ

媒質の中に定める原点Oから、波が進む向きに座標軸 x の正の向きをとる。波は振幅 A〔m〕の正弦波で、原点Oでの媒質の変位 y〔m〕が負から正へと時間的に変化する状態で0となる瞬間を時刻 $t = 0$ s と定める。

図Ⅰは、時刻 $t = 1.2$ s における媒質の変位 y を座標 x の関数として表したグラフである。

図Ⅱは、位置 $x = 4.5$ m における媒質の変位 y を時刻 t の関数として表したグラフである。

以下の問いに答えよ。答えは、数値を四捨五入の上、有効数字2桁にして単位を付けること。

⑴　波の波長 λ と振動数 f を求めよ。

⑵　波が進む速さ v を求めよ。

⑶　座標軸 x 上で負の向きに速さ 1.0 m/s で進む人が波を見るとき、観測される波長 λ' と周期 T' を求めよ。

⑷　波が縦波である場合を考える。媒質の正の変位が x 軸の正の向きに生じるとき、時刻 $t = 1.7$ s において、$0\ \mathrm{m} \leqq x < 6.0\ \mathrm{m}$ の範囲で媒質が最も密になっている位置座標 x を求めよ。

Ⅱ．時刻 t、座標 x における媒質の変位 y が $y = A\sin(\omega t - kx)$ と書ける、x 軸の正の向きに進む振幅 A の正弦波を考える。ここで、ω 及び k は正の定数である。円周率を π と表し、以下の問いに答えよ。なお、必要ならば、次の公式を用いてよい。

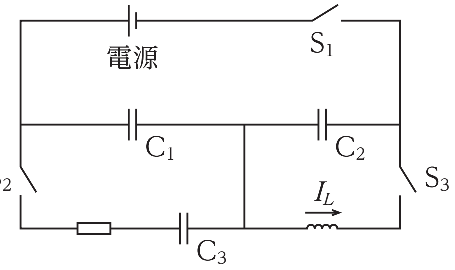
$$\sin\alpha + \sin\beta = 2\sin\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)$$

(1)　ω 及び k を振動数 f、波長 λ を用いてそれぞれ表せ。

(2)　この波に、変位 $y = A\sin(\omega t + kx)$ の波を重ねると、定常波ができる。n を任意の整数として、定常波の節(変位が常にゼロとなる点)の位置座標 x を λ を用いて表せ。

(3)　変位 $y_1 = A\sin(\omega_1 t - k_1 x)$ の波に、同じ振幅を持ち、同じ速さで同じ向きに伝わる別の波 $y_2 = A\sin(\omega_2 t - k_2 x)$ を重ね合わせる。ある瞬間に、二つの波が最も強め合っている点と点の間の最短距離 Δx を k_1，k_2 を用いて表せ。ただし、ω_1 と ω_2 の値の差の大きさは ω_1，ω_2 の値に比べて十分小さいものとする。

【No.　3】 図のように、電圧 V の直流電源、抵抗値 R の抵抗、電気容量がそれぞれ $2C$, C, C の三つのコンデンサー C_1, C_2, C_3、自己インダクタンス L のコイル、三つのスイッチ S_1, S_2, S_3 を接続した回路がある。最初、全てのスイッチは開いており、三つのコンデンサーは全て帯電していないものとする。また、配線に用いた導線の抵抗、コイルの抵抗及び直流電源の内部抵抗は無視できるものとする。円周率を π と表し、以下の問いに答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。



まず、スイッチ S_1 を閉じたところ、二つのコンデンサー C_1, C_2 に電荷が蓄えられた。

⑴　スイッチ S_1 を閉じてから十分時間が経過した後に、コンデンサー C_1, C_2 に蓄えられた電気量 Q_1, Q_2 及び C_1, C_2 にかかった電圧 V_1, V_2 を、C, V のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。

次に、スイッチ S_1 を開けて、スイッチ S_2 を閉じたところ、コンデンサー C_3 にも電荷が蓄えられた。

⑵　スイッチ S_2 を閉じてから十分時間が経過した後に、コンデンサー C_1, C_3 に蓄えられた電気量 Q_1', Q_3' 及び C_1, C_3 にかかった電圧 V_1', V_3' を、C, V のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。

⑶　スイッチ S_2 を閉じる前とスイッチ S_2 を閉じてから十分時間が経過した後とを比べると、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの差は、抵抗において発生したジュール熱に等しい。このジュール熱の熱量を、C, V, R のうち必要なものを用いて表せ。

さらに、スイッチ S_2 を開けて、スイッチ S_3 を閉じたところ、回路に電気振動が生じた。

⑷　コイルに流れる最大の電流の大きさを I_{MAX}、電気振動の角周波数を ω、スイッチ S_3 を閉じてからの時間を t とするとき、$t = 0$ においてコイルに流れた電流 I_{L0} の大きさを求めよ。また、図の矢印の向きにコイルを流れる電流 I_L を、I_{MAX}, ω, t を用いて正弦関数で表せ。

⑸　コンデンサー C_2 に蓄えられる静電エネルギー U_C を、C, V, ω, t を用いて三角関数で表せ。

⑹　コイルに蓄えられるエネルギー U_L は、$U_L = \dfrac{1}{2}LI_L{}^2$ と表すことができる。コイルに蓄えられるエネルギー U_L とコンデンサーに蓄えられる静電エネルギー U_C との和は常に等しいことを踏まえ、コイルに流れる最大の電流の大きさ I_{MAX} を、C, V, L を用いて表せ。

⑺　電流 I_L は、コンデンサー C_2 に蓄えられる電荷を Q_C とすると、$I_L = -\dfrac{\Delta Q_C}{\Delta t}$ と表すことができる。この関係を元に、電気振動の周期を C, V, L のうち必要なものを用いて表せ。ここで、$A = A_0 \sin(\alpha t + \beta)$ のとき、$\dfrac{\Delta A}{\Delta t} = A_0 \alpha \cos(\alpha t + \beta)$ となることを用いてもよい。