2025 北京丰台高三二模

物　　理

2025. 05

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1．如图所示，密封包装的食品袋从低海拔运送到高海拔地区的过程中，会发生膨胀现象。若此过程中温度不变，袋内空气视为理想气体，下列说法正确的是



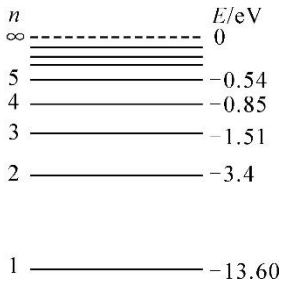
A．袋内空气对外界做功，内能减小

B．袋内空气分子的平均动能减小

C．袋内空气压强减小

D．袋内空气向外界放热

2．氢原子的能级图如图所示，现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上，下列说法正确的是



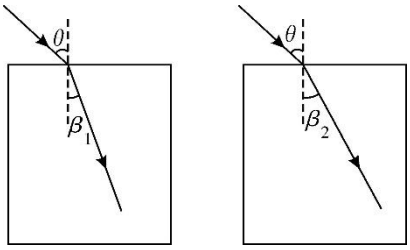
A．这些原子跃迁过程中最多可辐射出 2 种频率的光子

B．从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级需吸收光子

C．从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级可以吸收 0.68eV 的能量

D．$n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 1.51eV 的能量

3．现有一束单色光以相同的入射角 θ，射入甲、乙两种介质中，折射光线如图所示（$\beta_1<\beta_2$）。下列说法正确的是



甲　　乙

A．介质甲折射率较大

B．光在介质甲中传播速度较大

C．光在介质甲中波长较大

D．光从甲介质射向空气，发生全反射的临界角较大

4．一列简谐横波某时刻波形如图 1 所示。由该时刻开始计时，质点 N 的振动情况如图 2 所示。下列说法正确的是

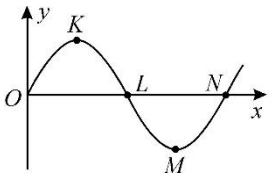


图 1

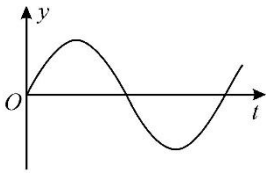


图 2

A．该横波沿 x 轴负方向传播

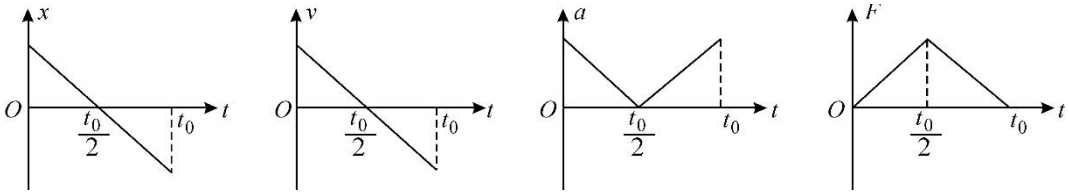
B．该时刻质点 L 向 y 轴正方向运动

C．经半个周期质点 L 将沿 x 轴负方向移动半个波长

D．该时刻质点 K 与 M 的速度、加速度都相同

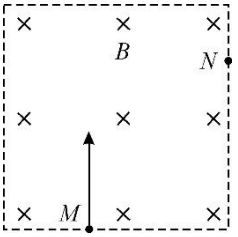
5．某蹦床运动员在训练过程中，与网接触后，竖直向上弹离，经过 t_0 时间，又重新落回网上。以运动员离

开网的时刻作为计时起点，以离开的位置作为位移起点，规定竖直向上为正方向，忽略空气阻力，下列描述运动员位移 x、速度 v、加速度 a、所受合力 F 随时间 t 变化的图像中，与上述过程相符的是



A．　　B．　　C．　　D．

6．如图所示，正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场，一带电粒子垂直磁场边界从 M 点射入，从 N 点射出。下列说法正确的是



A．粒子带正电

B．粒子在 N 点速率小于在 M 点速率

C．若仅增大磁感应强度，则粒子可能从 N 点下方射出

D．若仅增大入射速率，则粒子在磁场中运动时间变长

7．图 1 为某无线门铃按钮，其原理如图 2 所示。其中 M 为信号发射装置，M 中有电流通过时，屋内的门铃会响。磁铁固定在按钮内侧，按下门铃按钮，磁铁靠近螺线管，松开门铃按钮，磁铁远离螺线管回归原位置。下列说法正确的是



图 1

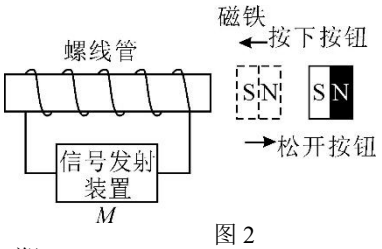


图 2

A．按住按钮不动，门铃会一直响

B．松开按钮的过程，门铃会响

C．按下和松开按钮过程，通过 M 的电流方向相同

D．按下按钮的快慢不同，通过 M 的电流大小相同

8．如图 1 所示，一个空塑料瓶上固定着一根铁锯条和一块易拉罐（金属）片，将它们分别与静电起电机的两极相连，其俯视图如图 2 所示。在塑料瓶里放一盘点燃的蚊香，很快就看见整个透明塑料瓶里烟雾缭绕。摇动起电机，强电场使空气电离而产生负离子和正离子，负离子碰到烟尘微粒使它带负电，塑料瓶变得清澈透明。关于该过程，下列说法正确的是

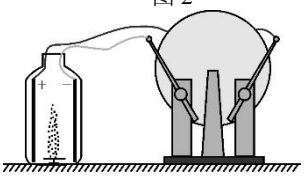


图 1

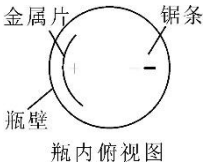


图 2

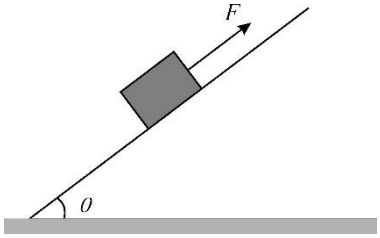
A．金属片附近的气体分子更容易被电离

B．带电烟尘微粒做匀加速运动

C．带电烟尘微粒运动过程中电势能增大

D．带电烟尘微粒会被吸附到金属片上

9．如图所示，一物体在恒力 F 作用下沿斜面向上加速运动，已知物体质量为 m，加速度大小为 a，物体和斜面之间的动摩擦因数为 μ，斜面倾角为 θ，重力加速度为 g，在物体移动距离 x 的过程中，下列说法正确的是



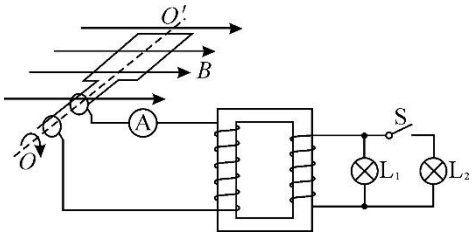
A．斜面对物体的摩擦力大小为 $mg\sin\theta$

B．斜面对物体作用力的大小为 $mg\cos\theta$

C．斜面对物体的摩擦力做功为 $-\mu mgx$

D．物体动能增加了 max

10．如图所示，面积为 0.01 m^2 的 200 匝矩形线圈绕垂直于磁场的轴 OO' 匀速转动，转动的角速度为 200 rad/s，匀强磁场的磁感应强度为 0.1 T。线圈通过滑环与一理想变压器的原线圈相连，副线圈接有两个相同的灯泡 L_1 和 L_2，灯泡的电阻均为 5 Ω。变压器原、副线圈的匝数比为10∶1，开关 S 断开时 L_1 正常发光，线圈及所有导线电阻不计，当线圈平面与磁场方向平行时开始计时。下列说法正确的是



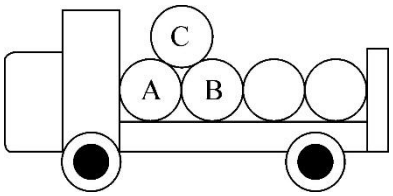
A．线圈中感应电动势为 $e=40\sin 100\pi t$（V）

B．开关断开时，电流表的示数为 0.08 A

C．若开关 S 闭合，电流表示数将减小

D．若开关 S 闭合，灯泡 L_1 亮度不变

11．如图所示，一辆货车运载着圆柱形光滑的空油桶。在车厢底，一层油桶平整排列，相互紧贴并被牢牢固定，上一层只有一只桶 C，自由地摆放在桶 A、B 之间。已知重力加速度为 g，每个桶的质量都为 m，当汽车与油桶一起以某一加速度 a 向左加速时，下列说法正确的是



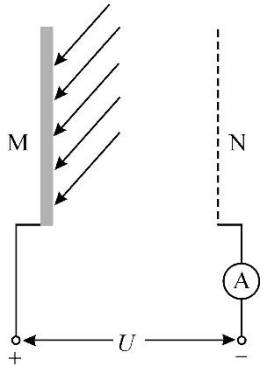
A．A、B 对 C 的合力方向竖直向上

B．$a=\dfrac{\sqrt{3}}{3}g$ 时，A 对 C 的支持力为 0

C．a 增大时，B 对 C 的支持力变小

D．B 对 C 支持力的大小可能等于 $\dfrac{1}{2}mg$

12．金属板 M 受到紫外线照射时，会持续向各个方向发射不同速率的电子，电子最大速率为 v_m，质量为 m，电量为 e。正对 M 放置一金属网 N，M 与 N 间距为 d（远小于板长）。在 M、N 之间加一个恒定电压 U，M 与电源正极相连，如图所示。下列说法正确的是



A．U 增大，电流表的读数将增大

B．d 减小，电子由 M 到 N 的过程，动能变化量将减小

C．仅将正、负极对调，从 M 逸出的电子，到达 N 时的最大动能为 $\dfrac{1}{2}mv_m^2+eU$

D．仅将正、负极对调，电流表的读数将减小

13．如图 1 所示，光滑水平面左侧有一竖直墙壁，质量为 m 的小球以速度 v_0 与静止的质量为 M 的小球发生对心碰撞，$m<M$。m 与 M 或墙壁之间的碰撞没有能量损失。设任意时刻两球速度分别为 v 和 V，令 $x=\sqrt{m}v$，$y=\sqrt{M}V$，$x^2+y^2=r^2$，其中 r 为定值，该函数的图像如图 2 所示，图像中的点（x，y）表示两个小球组成的系统可能的状态，A、B、C 为系统连续经历的三个状态。根据以上信息，下列说法正确的是

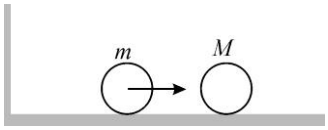


图 1

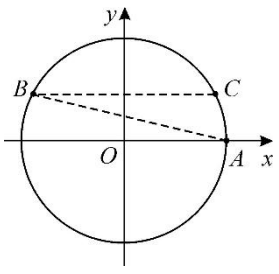


图 2

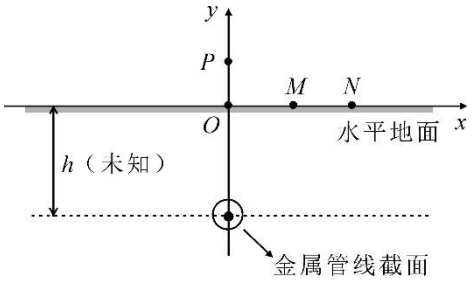
A．从状态 A 到状态 B 过程系统动量不守恒

B．从状态 B 到状态 C 过程两个小球发生弹性碰撞

C．直线 AB 的斜率 $k=-\sqrt{\dfrac{m}{M}}$

D．图像中圆的半径 $r=\sqrt{\dfrac{1}{2}mv_0^2}$

14．利用电磁学原理能够方便准确地探测地下金属管线的位置、走向和埋覆深度。如图所示，在水平地面下埋有一根足够长的走向已知且平行于地面的金属管线，管线中通有正弦式交变电流。已知电流为 i 的无限长载流导线在距其为 r 的某点处产生的磁感应强度大小 $B=k\dfrac{i}{r}$，其中 k 为常数，r 大于导线半径。在垂直于管线的平面上，以管线正上方地面处的 O 点为坐标原点，沿地面方向为 x 轴方向，垂直于地面方向为 y 轴方向建立坐标系。在 x 轴上取两点 M、N，y 轴上取一点 P。利用面积足够小的线框（线框平面始终与 xOy 平面垂直），仅通过测量以下物理量无法得到管线埋覆深度 h 的是



A．M、N 的距离，线框在 M、N 两点水平放置时的感应电动势

B．O、P 的距离，线框在 O、P 两点竖直放置时的感应电动势

C．O、M 的距离，线框在 M 点水平放置和竖直放置时的感应电动势

D．O、M 的距离，线框在 M 点感应电动势最大时与水平面的夹角

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15．（8 分）

（1）在“探究两个互成角度的力的合成规律”实验中，下列操作有利于减小实验误差的是___。

A．拉力 F_1 和 F_2 的夹角尽可能大一些

B．拉力 F_1 和 F_2 的夹角尽可能小一些

C．实验过程中，弹簧测力计、橡皮筋、细绳应尽可能贴近木板，并与其平行

D．记录一个力的方向时，标记的两个点应尽可能远一些

（2）请将“用油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤，按照正确的顺序排列___。

A．在浅盘里盛上水，待水面稳定后将适量的爽身粉均匀地撒在水面上

B．用注射器向水面上滴 1 滴事先配好的油酸酒精溶液，等待油膜形状稳定

C．配制一定浓度的油酸酒精溶液，测量 1 滴油酸酒精溶液的体积

D．将带有坐标方格的玻璃板放在浅盘上，在玻璃板上描下薄膜的形状

E．计算油膜的面积，根据油酸的体积和油膜的面积计算出油酸分子直径的大小

（3）某同学根据闭合电路欧姆定律测量电池的电动势和内阻。

a．由图 1 所示的电路图连接好实物装置后闭合开关，调节滑动变阻器，发现电压表读数与电流表读数始终为零。已知导线与接线柱均无故障，仅通过改变电压表接线位置检查故障。当电压表接在电源两端时，电压表示数接近 1.5 V，则电路故障可能为___；

b．故障排除后测得电压与电流数据如图 2 所示，则电池的电动势 $E=$___V，内阻 $r=$___Ω。（结

果保留小数点后两位）

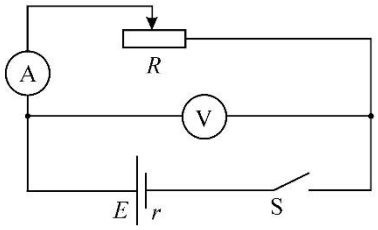


图 1

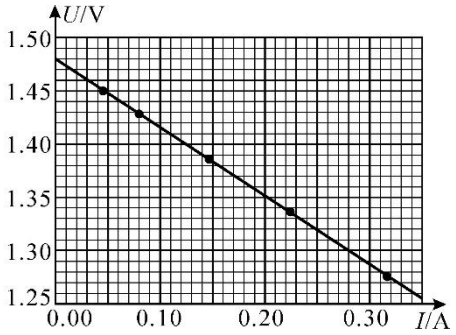


图 2

16.（10 分）

某实验小组设计方案验证机械能守恒定律。

（1）如图 1 所示，利用打点计时器记录重物自由下落的运动过程。

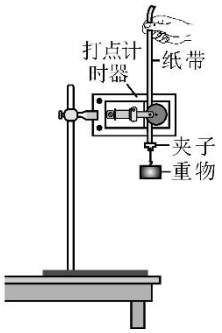


图 1

a．下列实验操作和数据处理正确的是___。

A．实验中必须测量重物的质量

B．打开打点计时器前，应提住纸带上端使纸带竖直

C．实验中应先接通打点计时器的电源，再释放重物

D．测量纸带上某点的速度时，可由公式 $v=\sqrt{2gh}$ 计算

b．图 2 为实验所得的一条纸带，在纸带上选取连续的、点迹清晰的 3 个点 A、B、C，测出 A、B、C 与起始点 O 之间的距离分别为 h_1、h_2、h_3。已知打点计时器的打点周期为 T，当地重力加速度为 g。从打 O 点到打 B 点的过程中，若满足___则表明小球在上述运动过程中机械能守恒。

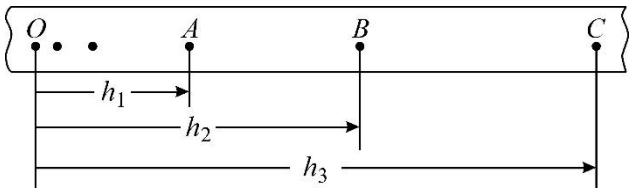


图 2

（2）某同学利用如图 3 所示的装置验证机械能守恒定律。将直径为 d 的小球通过细线系在固定点上，使小球可以在竖直平面内做圆周运动。调节小球的释放位置，记录小球释放时球心到光电门中光信号的竖直高度 h，并将其无初速度释放。当小球经过光电门时，光电门可以记录小球遮挡光信号的时间 t。改变小球的释放位置，重复上述步骤，得到多组竖直高度 h 和对应时间 t 的数据。

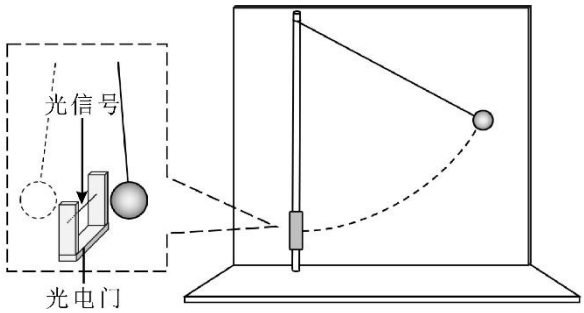


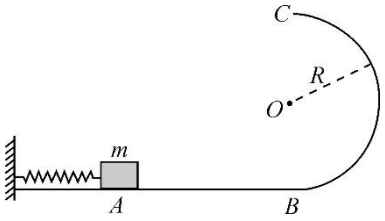
图 3

a．若小球向下摆动的过程中机械能守恒，则描绘以 h 为横坐标、以____为纵坐标的图像，在误差允许范围内可以得到一条倾斜的直线。该图线的斜率 k=____（用 d、g 表示）。

b．该同学利用上述方案验证机械能守恒定律时，得到图像的斜率总是略大于 a 问中的 k。请分析说明其中的原因，并提出合理的解决办法。

17．（9 分）

如图所示，光滑水平面 AB 与竖直面内的粗糙半圆形导轨 BC 在 B 点相接，导轨半径为 R。一个质量为 m 的物体将弹簧压缩至 A 点后由静止释放，脱离弹簧时速度为 v_1，沿半圆形导轨到达 C 点时速度为 v_2，此后平抛落地（落地点未画出）。不计空气阻力，重力加速度为 g。求：



（1）弹簧压缩至 A 点时的弹性势能 E_p；

（2）物体在 C 点时受到的导轨给它的弹力 F_N；

（3）物体从 C 点平抛落地过程中重力的冲量大小 I。

18．（9 分）

如图 1 所示，一个匝数为 N、边长为 L 的正方形导线框 $abcd$，导线框总电阻为 R，总质量为 m，匀强磁场区域的宽度为 L。导线框由静止释放，下落过程中始终保持竖直，忽略空气阻力，重力加速度为 g。

（1）若导线框 ab 边刚进入匀强磁场区域时，恰能做速度为 v_0 的匀速运动，求匀强磁场的磁感应强度 B_1；

（2）若导线框 ab 边进入磁场的速度为 v_1，cd 边离开磁场的速度为 v_2，导线框在磁场中做减速运动，已知磁感应强度为 B_2。在导线框穿过磁场的过程中，求：

a．导线框中产生的焦耳热 Q；

b．在图 2 中定性画出导线框中的感应电流 I 随时间 t 的变化图线（规定逆时针为电流正方向）。

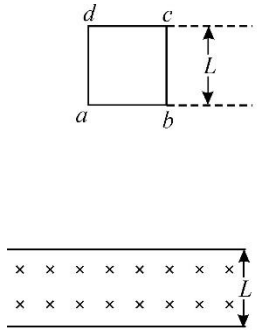


图 1

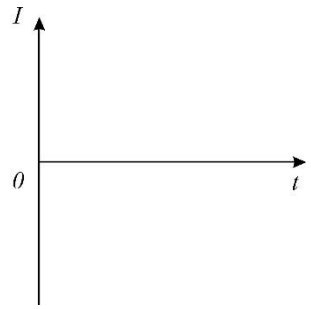


图 2

19．（10 分）

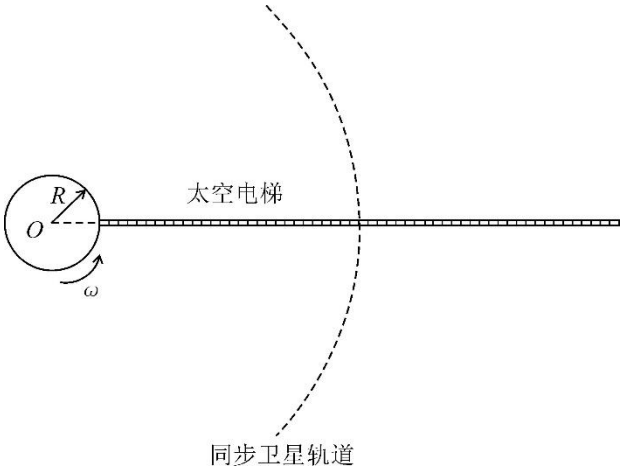
太空电梯是人类设想的一种通向太空的设备，如图所示，在地球赤道上利用超轻超高强度材料建设直通高空的电梯，可以将卫星从地面运送到太空。已知地球质量为 M，半径为 R，自转角速度为 ω，引力常量为 G，质量为 m_1 与 m_2 的两个质点若相距无穷远时势能为零，则相距为 r 时的引力势能为 $E_p=-\dfrac{Gm_1m_2}{r}$。

（1）求地球同步卫星的轨道半径 R_0；

（2）利用太空电梯将一质量为 m、静止在地球表面的卫星运送到同步卫星轨道，使其成为一颗同步卫星。写出上述过程卫星机械能变化量的表达式（同步卫星的轨道半径可直接用 R_0 表示，结果不用化简）；

（3）已知在距离地心约为 $0.707R_0$ 处，将卫星相对电梯静止释放，卫星恰好不能撞击到地面。若在距离地心 $0.707R_0$ 至 $2.0R_0$ 高度范围内，将卫星从不同位置处相对电梯静止释放，请写出释放后卫星与地心间距离如何变化。

20.（12 分）



彭宁阱是一种利用静电场和匀强磁场约束带电粒子的装置，其结构主要包括一个旋转对称的环电极和上下两个端电极。如图 1 所示，以阱中心为坐标原点，旋转对称轴为 z 轴，建立三维坐标系。在环电极和端电极间加电压，阱内产生电场，电势分布为 $\varphi=\frac{1}{4}k(2z^2-\rho^2)$，其中 $k>0$ 且为已知定值，ρ 为粒子到轴线的距离，$\rho^2=x^2+y^2$，用于带电粒子的轴向（z 轴方向）约束。轴向的匀强磁场提供径向（垂直 z 轴方向）的约束，磁感应强度为 B。彭宁阱的纵剖面（xOz 平面）如图 2 所示，其中实线表示电场线，虚线表示磁感线。一质量为 m、电荷量为+q 的粒子在阱中运动，忽略重力、阻力、相对论效应和辐射。

（1）若仅存在电场，且粒子以初速度 v_0 从原点沿着 z 轴正方向运动。

a．求粒子能够运动的最远距离；

b．分析粒子沿 z 轴运动时受到的电场力随坐标 z 的变化，判断粒子沿 z 轴做什么运动。

（2）若电场与磁场同时存在，仅研究粒子在 xOy 平面内（$z=0$）的运动。在磁场与电场的共同作用下，粒子的运动状态较为复杂，我们采用运动分解的方法和适当的近似，来研究粒子的运动。如图 3 所示，粒子在强磁场中做高频的回旋运动；考虑到电场力的作用，粒子的回旋中心还绕 O 点做低频漂移圆周运动。粒子的回旋半径远小于漂移半径，故可近似认为粒子在运动过程中电场强度的大小是恒定的。通过以上信息，求带电粒子的漂移角速度 ω_- 和回旋角速度 ω_+。

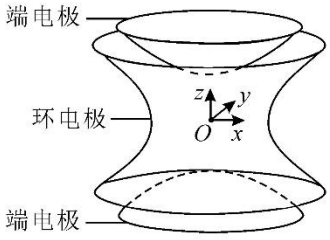


图 1

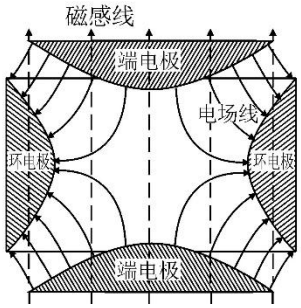


图 2

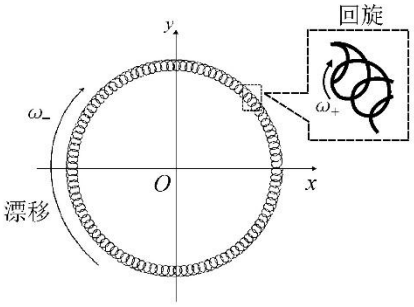


图 3

（考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效）

参考答案

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

1	2	3	4	5	6	7
C	D	A	A	B	C	B
8	9	10	11	12	13	14
D	D	D	B	C	C	A

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15.（8 分）

（1）CD；（2）CABDE；（3）a.开关断路；b.1.48 V；0.64~0.66 Ω

16.（10 分）

（1）a.BC；b. $gh_2=\frac{(h_3-h_1)^2}{8T^2}$；

（2）a.$\frac{1}{t^2}$；$\frac{2g}{d^2}$；

b.

原因：

小球通过光电门的过程中，若因细线形变等原因导致圆心划过轨迹的最低点略高于或低于光信号的高度，会使遮挡光信号的宽度 d' 小于实验过程中测量的小球直径 d。由 $k=\frac{2g}{d^2}$ 可知，斜率的测量值将总会略大于 k 的理论值。

（其他原因说明合理也可给分）

解决办法：

尽可能使用弹性小的细线，确保小球通过光电门时，圆心轨迹的最低点和光信号等高；将小球更换为上下等宽的圆柱形重物（合理即可）。

17.（9 分）

（1）$E_{\mathrm{p}}=\frac{1}{2}mv_1^2$；

（2）在 C 处以物体为研究对象，$mg+F_{\mathrm{N}}=m\frac{v_2^2}{R}$，可得：$F_{\mathrm{N}}=m\frac{v_2^2}{R}-mg$，竖直向下；

（3）$2R=\frac{1}{2}gt^2$，所以：$t=2\sqrt{\frac{R}{g}}$，$I=mgt=2m\sqrt{gR}$。

18.（9 分）

（1）由 $F=NB_1IL$　　$E_1=NB_1Lv_0$　$I=\dfrac{E}{R}$ 可知

$$F=NB_1\frac{NB_1Lv_0}{R}L=\frac{N^2B_1^2L^2v_0}{R}$$

由于导线框恰能匀速，满足平衡条件，$F=mg$，故

$$\frac{N^2B_1^2L^2v_0}{R}=mg$$

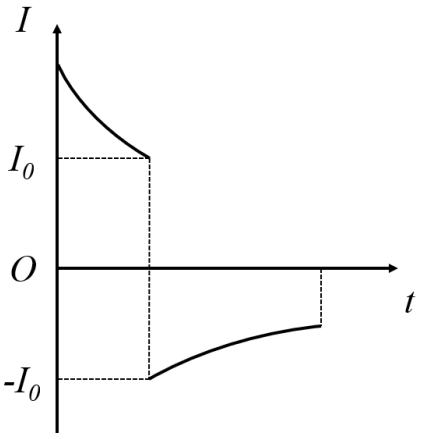
$$B_1=\sqrt{\frac{mgR}{N^2L^2v_0}}=\frac{1}{NL}\sqrt{\frac{mgR}{v_0}}$$

（2）由动能定理　　$mg2L+W_{安}=\dfrac{1}{2}mv_2^2-\dfrac{1}{2}mv_1^2$

根据功能关系　　$-W_{安}=Q$

得　　$Q=\dfrac{1}{2}mv_1^2-\dfrac{1}{2}mv_2^2+2mgL$

b.



19.（10 分）

（1）$G\dfrac{Mm}{R_0^2}=m\omega^2R_0$，可得：$R_0=\sqrt[3]{\dfrac{GM}{\omega^2}}$

（2）表达式 1：$\Delta E=[\dfrac{1}{2}m(\omega R_0)^2-\dfrac{1}{2}m(\omega R)^2]+[-G\dfrac{Mm}{R_0}-(-G\dfrac{Mm}{R})]$

表达式 2：$\Delta E=[\dfrac{1}{2}m(\omega R_0)^2-G\dfrac{Mm}{R_0}]-[\dfrac{1}{2}m(\omega R)^2-G\dfrac{Mm}{R}]$

表达式 3：$\Delta E=-G\dfrac{Mm}{2R_0}-[\dfrac{1}{2}m(\omega R)^2-G\dfrac{Mm}{R}]$

(其他正确的表达式也给分)

（3）情况 1：从 $0.707R_0$ 到 R_0 释放，卫星与地心的距离先减小后增大；

情况 2：在 R_0 释放，卫星与地心的距离保持不变；

情况 3：从 R_0 到 $\sqrt[3]{2}R_0$ 释放，卫星与地心的距离先增大后减小；

情况 4：从 $\sqrt[3]{2}R_0$ 到 $2\,R_0$ 释放，卫星与地心的距离一直增大。

其中，当 $\frac{1}{2}m(\omega r)^2 - G\frac{Mm}{r} = 0$ 时，卫星脱离地球束缚，联立同步卫星的动力学方程：

$G\frac{Mm}{R_0^2} = m\omega^2 R_0$，解得：$r = \sqrt[3]{2}R_0$。

20.（12 分）

（1）

a．从原点沿 z 轴正方向运动，$\rho = 0$，则带电粒子的电势能 $E_p = q\varphi = \frac{1}{2}kqz^2$，根据能量守恒：

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kqz_{max}^2$，可得：$z_{max} = v_0\sqrt{\frac{m}{kq}}$；

b．$\varphi = \frac{1}{2}kz^2$，则电场强度 $E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta z} = -kz$，所以 $F = -kqz$，带电粒子沿 z 轴做简谐运动。

（或者 $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta z} = kz$，方向沿 z 轴负方向，所以 $F = -kqz$ ）

（2）

在 $z = 0$ 平面，$\varphi = -\frac{1}{4}k\rho^2$，则电场强度 $E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta\rho} = \frac{1}{2}k\rho$。（或者 $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\rho} = -\frac{1}{2}k\rho$，方向沿径向向外）

令 $q\omega_-\rho B - qE = m\omega_-^2\rho$，则 $\omega_- = \frac{qB}{2m}(1 \pm \sqrt{1 - \frac{2mk}{qB^2}})$，考虑到是低频漂移，所以取

$\omega_- = \frac{qB}{2m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mk}{qB^2}})$，粒子沿顺时针漂移（俯视）。

粒子的速度 $\vec{v}$ 总可以视为漂移速度 $\vec{v}_-$（$\omega_-\rho$）和另外某个速度 $\vec{v}'$ 的矢量和，带电粒子的运动可视为以漂移速度 $\vec{v}_-$ 绕 O 点的匀速圆周运动和以速度 $\vec{v} - \vec{v}'$（速度大小设为 v''）在匀强磁场中的匀速回旋运动的合运动。对匀速回旋运动：$qv''B = m\omega_+ v''$，则 $\omega_+ = \frac{qB}{m}$。