2024 年北京市普通高中学业水平等级性考试

物理

22 题 | 满分 100 分 | 建议用时 90 分钟

题干、选项与配图均按原卷重新校对排版；公式采用 *Times New Roman* 斜体，矢量插图按原图重绘或高清置入。参考答案与详解另册，为本站自编。

第一部分　本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 已知钍 234 的半衰期是 24 天。*1* g 钍 234 经过 48 天后，剩余钍 234 的质量为（　　）

A. *0* g　　B. *0.25* g

C. *0.5* g　　D. *0.75* g

（3 分）

2. 一辆汽车以 *10* m/s 的速度匀速行驶，制动后做匀减速直线运动，经 *2* s 停止，汽车的制动距离为（　　）

A. *5* m　　B. *10* m

C. *20* m　　D. *30* m

（3 分）

3. 一个气泡从恒温水槽的底部缓慢上浮，将气泡内的气体视为理想气体，且气体分子个数不变，外界大气压不变。在上浮过程中气泡内气体（　　）

A. 内能变大　　B. 压强变大　　C. 体积不变　　D. 从水中吸热

（3 分）

4. 如图所示，飞船与空间站对接后，在推力 F 作用下一起向前运动。飞船和空间站的质量分别为 m 和 M，则飞船和空间站之间的作用力大小为（　　）

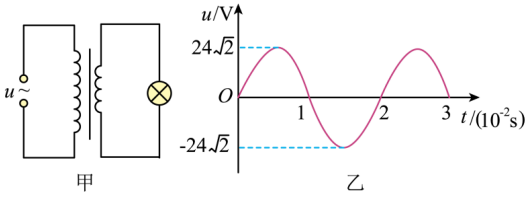


A. $\frac{M}{M+m}F$　　B. $\frac{m}{M+m}F$

C. $\frac{M}{m}F$　　D. $\frac{m}{M}F$

（3 分）

5. 如图甲所示，理想变压器原线圈接在正弦式交流电源上，输入电压 u 随时间 t 变化的图像如图乙所示，



副线圈接规格为“6 V，3 W”的灯泡。若灯泡正常发光，下列说法正确的是（　　）

A. 原线圈两端电压的有效值为 $24\sqrt{2}$ V

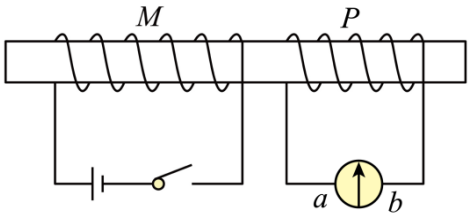
B. 副线圈中电流的有效值为 0.5 A

C. 原、副线圈匝数之比为 $1:4$

D. 原线圈的输入功率为 12 W

（3 分）

6. 如图所示，线圈 M 和线圈 P 绕在同一个铁芯上，下列说法正确的是（　　）



A. 闭合开关瞬间，线圈 M 和线圈 P 相互吸引

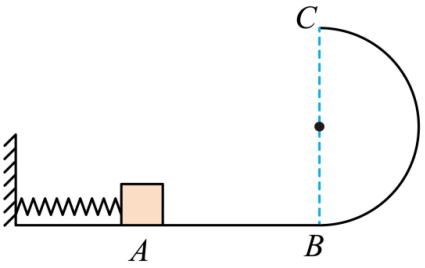
B. 闭合开关，达到稳定后，电流表的示数为 0

C. 断开开关瞬间，流过电流表的电流方向由 a 到 b

D. 断开开关瞬间，线圈 P 中感应电流的磁场方向向左

（3 分）

7. 如图所示，光滑水平轨道 AB 与竖直面内的光滑半圆形轨道 BC 在 B 点平滑连接。一小物体将轻弹簧压缩至 A 点后由静止释放，物体脱离弹簧后进入半圆形轨道，恰好能够到达最高点 C。下列说法正确的是（　　）



A. 物体在 C 点所受合力为零

B. 物体在 C 点的速度为零

C. 物体在 C 点的向心加速度等于重力加速度

D. 物体在 A 点时弹簧的弹性势能等于物体在 C 点的动能

（3 分）

8. 将小球竖直向上抛出，小球从抛出到落回原处的过程中，若所受空气阻力大小与速度大小成正比，则下列说法正确的是（　　）

A. 上升和下落两过程的时间相等

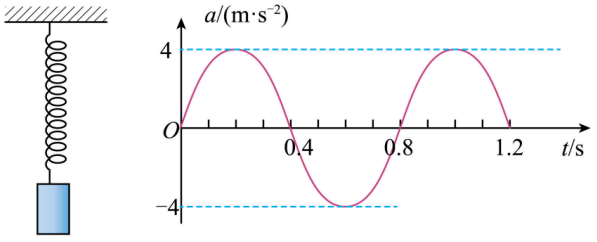
B. 上升和下落两过程损失的机械能相等

C. 上升过程合力的冲量大于下落过程合力的冲量

D. 上升过程的加速度始终小于下落过程的加速度

（3 分）

9. 图甲为用手机和轻弹簧制作的一个振动装置。手机加速度传感器记录了手机在竖直方向的振动情况，以向上为正方向，得到手机振动过程中加速度 a 随时间 t 变化的曲线为正弦曲线，如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲　　乙

A. $t=0$ 时，弹簧弹力为 0

B. $t=0.2$ s 时，手机位于平衡位置上方

C. 从 $t=0$ 至 $t=0.2$ s，手机的动能增大

D. a 随 t 变化的关系式为 $a=4\sin(2.5\pi t)$ m/s^2

（3 分）

10. 水平传送带匀速运动，将一物体无初速度地放置在传送带上，最终物体随传送带一起匀速运动。下列说法正确的是（　　）

A. 刚开始物体相对传送带向前运动

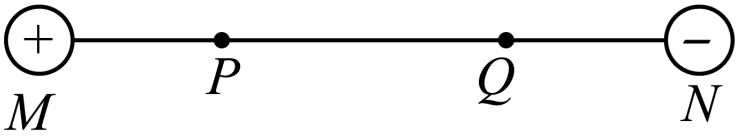
B. 物体匀速运动过程中，受到静摩擦力

C. 物体加速运动过程中，摩擦力对物体做负功

D. 传送带运动速度越大，物体加速运动的时间越长

（3 分）

11. 如图所示，两个等量异种点电荷分别位于 M、N 两点，P、Q 是 MN 连线上的两点，且 $MP=QN$。下列说法正确的是（　　）



A. P 点电场强度比 Q 点电场强度大

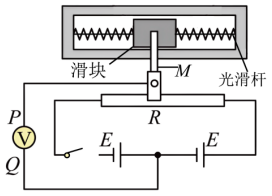
B. P 点电势与 Q 点电势相等

C. 若两点电荷的电荷量均变为原来的 2 倍，P 点电场强度大小也变为原来的 2 倍

D. 若两点电荷的电荷量均变为原来的 2 倍，P、Q 两点间电势差不变

（3 分）

12. 如图所示为一个加速度计的原理图。滑块可沿光滑杆移动，滑块两侧与两根相同的轻弹簧连接；固定在滑块上的滑动片 M 下端与滑动变阻器 R 接触良好，且不计摩擦；两个电源的电动势 E 相同，内阻不计。两弹簧处于原长时，M 位于 R 的中点，理想电压表的指针位于表盘中央。当 P 端电势高于 Q 端时，指针位于表盘右侧。将加速度计固定在水平运动的被测物体上，则下列说法正确的是（　　）



A. 若 M 位于 R 的中点右侧，P 端电势低于 Q 端

B. 电压表的示数随物体加速度的增大而增大，但不成正比

C. 若电压表指针位于表盘左侧，则物体速度方向向右

D. 若电压表指针位于表盘左侧，则物体加速度方向向右

（3 分）

13. 产生阿秒光脉冲的研究工作获得 2023 年的诺贝尔物理学奖，阿秒（as）是时间单位，$1\ \text{as} = 1 \times 10^{-18}\ \text{s}$，阿秒光脉冲是发光持续时间在阿秒量级的极短闪光，提供了阿秒量级的超快“光快门”，使探测原子内电子的动态过程成为可能。设有一个持续时间为 $100\ \text{as}$ 的阿秒光脉冲，持续时间内至少包含一个完整的光波周期。取真空中光速 $c = 3.0 \times 10^{8}\ \text{m/s}$，普朗克常量 $h = 6.6 \times 10^{-34}\ \text{J} \cdot \text{s}$，下列说法正确的是（　　）

A. 对于 $0.1\ \text{mm}$ 宽的单缝，此阿秒光脉冲比波长为 $550\ \text{nm}$ 的可见光的衍射现象更明显

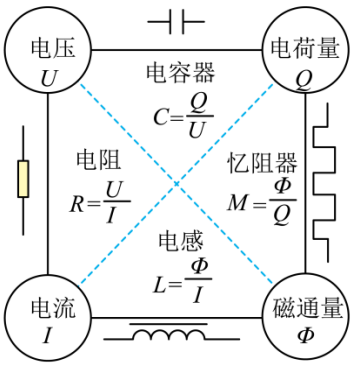
B. 此阿秒光脉冲和波长为 $550\ \text{nm}$ 的可见光束总能量相等时，阿秒光脉冲的光子数更多

C. 此阿秒光脉冲可以使能量为 $-13.6\ \text{eV}$（$-2.2 \times 10^{-18}\ \text{J}$）的基态氢原子电离

D. 为了探测原子内电子的动态过程，阿秒光脉冲的持续时间应大于电子的运动周期

（3 分）

14. 电荷量 Q、电压 U、电流 I 和磁通量 Φ 是电磁学中重要的物理量，其中特定的两个物理量之比可用来描述电容器、电阻、电感三种电磁元件的属性，如图所示。



类似地，上世纪七十年代有科学家预言 Φ 和 Q 之比可能也是一种电磁元件的属性，并将此元件命名为“忆阻器”，近年来实验室已研制出了多种类型的“忆阻器”。由于“忆阻器”对电阻的记忆特性，其在信息存储、人工智能等领域具有广阔的应用前景。下列说法错误的是（　　）

A. QU 的单位和 ΦI 的单位不同

B. 在国际单位制中，图中所定义的 M 的单位是欧姆

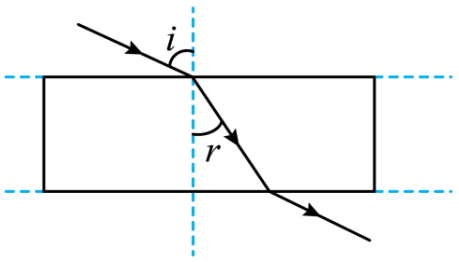
C. 可以用 $\frac{I}{U}$ 来描述物体的导电性质

D. 根据图中电感 L 的定义和法拉第电磁感应定律可以推导出自感电动势的表达式 $E=L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

（3 分）

第二部分　本部分共 8 小题，共 58 分。

15. 某同学测量玻璃的折射率，作出了如图所示的光路图，测出了入射角 i 和折射角 r，



则此玻璃的折射率 $n=$ _____。（6 分）

16. 用如图 1 所示的实验装置探究影响感应电流方向的因素。如图 2 所示，分别把条形磁体的 N 极或 S 极插入、拔出螺线管，观察并标记感应电流的方向。

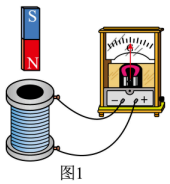


图1

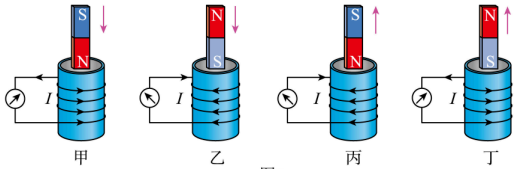


图2

关于本实验，下列说法正确的是_____（填选项前的字母）。

A. 需要记录感应电流的大小

B. 通过观察电流表指针的偏转方向确定感应电流的方向

C. 图 2 中甲和乙表明，感应电流的方向与条形磁体的插入端是 N 极还是 S 极有关

（6 分）

17. 某兴趣小组利用铜片、锌片和橘子制作了水果电池，并用数字电压表（可视为理想电压表）和电阻箱测量水果电池的电动势 E 和内阻 r，实验电路如图 1 所示。

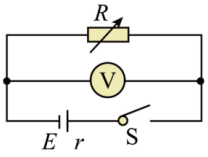


图1

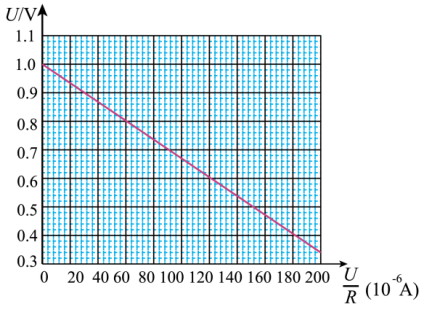
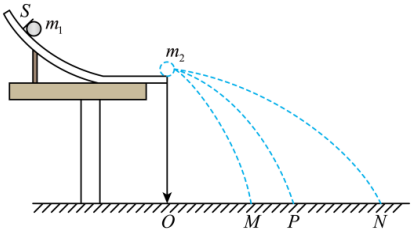


图2

连接电路后，闭合开关 S，多次调节电阻箱的阻值 R，记录电压表的读数 U，绘出图像，如图 2 所示，可得：该电池的电动势 $E=$ _____V，内阻 $r=$ _____kΩ。（结果保留两位有效数字）（8 分）

18. 如图甲所示，让两个小球在斜槽末端碰撞来验证动量守恒定律。



甲

（1）关于本实验，下列做法正确的是_____（填选项前的字母）。

A．实验前，调节装置，使斜槽末端水平

B．选用两个半径不同的小球进行实验

C．用质量大的小球碰撞质量小的小球

（2）图甲中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影。首先，将质量为 m_1 的小球从斜槽上的 S 位置由静止释放，小球落到复写纸上，重复多次。然后，把质量为 m_2 的被碰小球置于斜槽末端，再将质量为 m_1 的小球从 S 位置由静止释放，两球相碰，重复多次。分别确定平均落点，记为 M、N 和 P（P 为 m_1 单独滑落时的平均落点）。

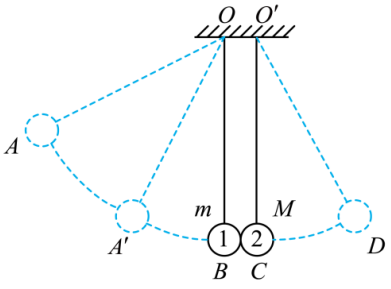
a．图乙为实验的落点记录，简要说明如何确定平均落点_____；



乙

b．分别测出 O 点到平均落点的距离，记为 OP、OM 和 ON。在误差允许范围内，若关系式_____成立，即可验证碰撞前后动量守恒。

（3）受上述实验的启发，某同学设计了另一种验证动量守恒定律的实验方案。如图丙所示，用两根不可伸长的等长轻绳将两个半径相同、质量不等的匀质小球悬挂于等高的 O 点和 O\' 点，两点间距等于小球的直径。

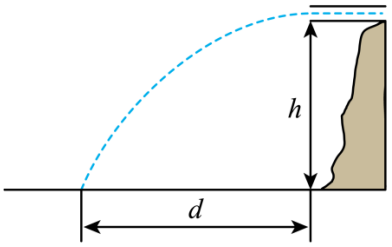


丙

将质量较小的小球 1 向左拉起至 A 点由静止释放，在最低点 B 与静止于 C 点的小球 2 发生正碰。碰后小球 1 向左反弹至最高点 A\'，小球 2 向右摆动至最高点 D。测得小球 1、2 的质量分别为 m 和 M，弦长 $AB = l_1$、$A\acute{B} = l_2$、$CD = l_3$。

推导说明，m、M、l_1、l_2、l_3 满足_____关系即可验证碰撞前后动量守恒。（8 分）

19. 如图所示，水平放置的排水管满口排水，管口的横截面积为 S，管口离水池水面的高度为 h，水在水池中的落点与管口的水平距离为 d。假定水在空中做平抛运动，已知重力加速度为 g，h 远大于管口内径。



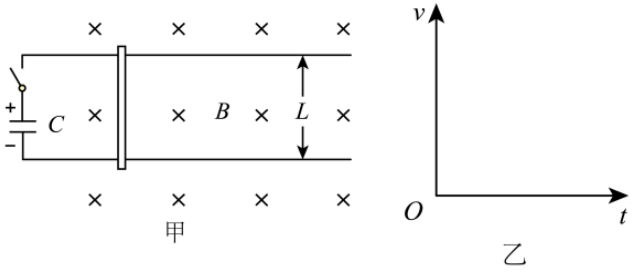
求：

（1）水从管口到水面的运动时间 t；

（2）水从管口排出时的速度大小 v_0；

（3）管口单位时间内流出水的体积 Q。　（7 分）

20. 如图甲所示为某种“电磁枪”的原理图。在竖直向下的匀强磁场中，两根相距 L 的平行长直金属导轨水平放置，左端接电容为 C 的电容器，一导体棒放置在导轨上，与导轨垂直且接触良好，不计导轨电阻及导体棒与导轨间的摩擦。已知磁场的磁感应强度大小为 B，导体棒的质量为 m、接入电路的电阻为 R。开关闭合前电容器的电荷量为 Q。



（1）求闭合开关瞬间通过导体棒的电流 I；

（2）求闭合开关瞬间导体棒的加速度大小 a；

（3）在图乙中定性画出闭合开关后导体棒的速度 v 随时间 t 的变化图线。　（8 分）

21. 科学家根据天文观测提出宇宙膨胀模型：在宇宙大尺度上，所有的宇宙物质（星体等）都在做彼此远离运动，且质量始终均匀分布，在宇宙中所有位置观测的结果都一样。以某一点 O 为观测点，以质量为 m 的小星体（记为 P）为观测对象。当前 P 到 O 点的距离为 r_0，宇宙的密度为 ρ_0。

（1）求小星体 P 远离到 $2r_0$ 处时宇宙的密度 ρ；

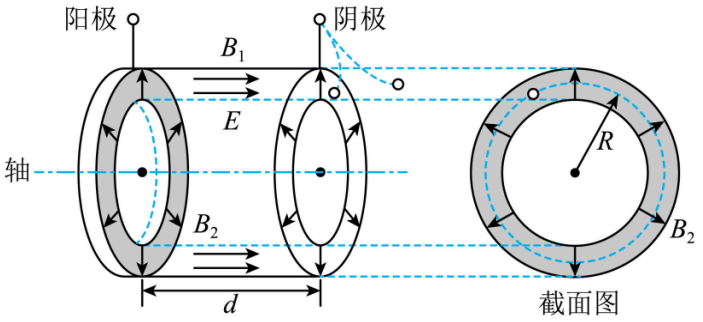
（2）以 O 点为球心，以小星体 P 到 O 点距离为半径建立球面。P 受到的万有引力相当于球内质量集中于 O 点对 P 的引力。已知质量为 m_1 和 m_2、距离为 R 的两个质点间的引力势能 $E_p = -G\frac{m_1 m_2}{R}$，$G$ 为引力常量。仅考虑万有引力和 P 远离 O 点的径向运动。

a．求小星体 P 从 r_0 处远离到 $2r_0$ 处的过程中动能的变化量 ΔE_k；

b．宇宙中各星体远离观测点的速率 v 满足哈勃定律 $v = Hr$，其中 r 为星体到观测点的距离，H 为哈勃系数。H 与时间 t 有关但与 r 无关，分析说明 H 随 t 增大还是减小。　（7 分）

22. 我国“天宫”空间站采用霍尔推进器控制姿态和修正轨道。图为某种霍尔推进器的放电室（两个半径接近的同轴圆筒间的区域）的示意图。放电室的左、右两端分别为阳极和阴极，间距为 d。阴极发射电子，一部分电子进入放电室，另一部分未进入。稳定运行时，可视为放电室内有方向沿轴向向右的匀强电场和匀强磁场，电场强度和磁感应强度大小分别为 E 和 B_1；还有方向沿半径向外的径向磁场，大小处处相等。放电室内的大量电子可视为处于阳极附近，在垂直于轴线的平面绕轴线做半径为 R 的匀速圆周运动（如截面图所示），可与左端注入的氙原子碰撞并使其电离。每个氙离子的质量为 M、电荷量为 $+e$，初速度近似为零。氙离子经过电场加速，最终从放电室右端喷出，与阴极发射的未进入放电室的电子刚好完全中和。

已知电子的质量为 m、电荷量为 $-e$；对于氙离子，仅考虑电场的作用。



（1）求氙离子在放电室内运动的加速度大小 a；

（2）求径向磁场的磁感应强度大小 B_2；

（3）设被电离的氙原子数和进入放电室的电子数之比为常数 k，单位时间内阴极发射的电子总数为 n，求此霍尔推进器获得的推力大小 F。 （8 分）