

北京市八一学校 2024-2025 学年第一学期高三年级开学摸底测试

物 理

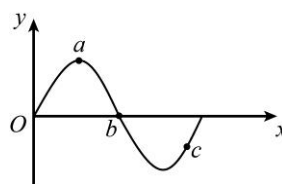
本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

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。

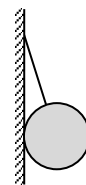
1. 一列简谐横波某时刻的波形如图所示，比较介质中的三个质点 a 、 b 、 c ，则

- A. 此刻 a 的加速度最小
- B. 此刻 b 的速度最小
- C. 若波沿 x 轴正方向传播，此刻 b 向 y 轴正方向运动
- D. 若波沿 x 轴负方向传播， a 比 c 先回到平衡位置



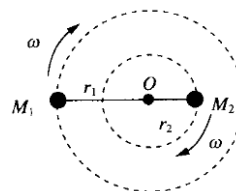
2. 如图所示，在竖直光滑墙壁上用细绳将一个质量为 m 的球挂在 A 点，平衡时细绳与竖直墙的夹角为 θ ， $\theta < 45^\circ$ 。墙壁对球的支持力大小为 N ，细绳对球的拉力大小为 T ，重力加速度为 g 。则下列说法正确的是

- A. $N > mg$ ， $T > mg$
- B. $N > mg$ ， $T < mg$
- C. $N < mg$ ， $T > mg$
- D. $N < mg$ ， $T < mg$



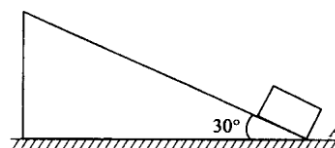
3. 所谓“双星”就是两颗相距较近的恒星。这两颗星各自以一定的速率绕某一中心转动才不致由于万有引力而吸在一起。已知它们的质量分别为 M_1 和 M_2 ，相距为 L ，万有引力恒量为 G ，下列说法不正确是

- A. 它们的轨道半径之比 $r_1 : r_2 = M_2 : M_1$
- B. 线速度大小之比 $v_1 : v_2 = M_2 : M_1$
- C. 转动中心 O 的位置距 M_2 为 $\frac{M_2 L}{M_1 + M_2}$
- D. 它们转动的角速度为 $\sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{L^3}}$



4. 如图所示，一个质量为 m 的物体以某一速度从 A 点冲上一个倾角为 30° 的斜面，其运动的加速度为 $\frac{3}{4}g$ 。这个物体在斜面上上升的最大高度为 h ，则在这过程中

- A. 物体的重力势能增加了 $\frac{3}{4}mgh$
- B. 物体的机械能损失了 mgh
- C. 物体的动能损失了 mgh
- D. 物体的重力势能增加了 mgh

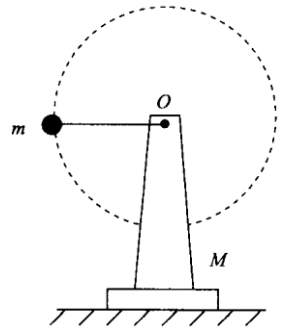


5. 我国首次火星探测任务被命名为“天问一号”。已知火星质量约为地球质量的 10%，半径约为地球半径的 50%，下列说法正确的是

- A. 火星探测器的发射速度应大于地球的第二宇宙速度
- B. 火星探测器的发射速度应介于地球的第一和第二宇宙速度之间
- C. 火星的第一宇宙速度大于地球的第一宇宙速度
- D. 火星表面的重力加速度大于地球表面的重力加速度

6. 如图所示，支架质量为 M ，始终静止在水平地面上。转轴 O 上悬挂一个质量为 m 的小球，细绳长度为 l 。下列说法不正确是

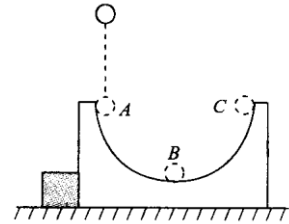
- A. 小球从悬绳处于水平时释放，小球运动到最低点时，地面对支架的支持力为 $Mg + 3mg$
- B. 小球从悬绳处于水平时释放，运动到与竖直方向成 θ 角时，绳子对小球的拉力为 $3mg\theta$
- C. 若使小球在竖直面内做圆周运动，到达最高点时恰使支架对地面无压力，那么小球在最高点时的速度为 $\sqrt{\frac{(M+m)gl}{m}}$



D. 若使小球在竖直面内做圆周运动，到达最高点时恰使支架对地面无压力，那么小球运动到最低点时，绳子对小球的拉力为 $Mg + 5mg$

7. 如图所示将一光滑的半圆槽置于光滑水平面上，槽的左侧有一固定在水平面上的物块。今让一个小球自左侧槽口 A 的正上方从静止开始落下，与圆弧槽相切自 A 点进入槽内，则以下结论中正确的是

- A. 小球在半圆槽内运动的全过程中，只有重力对它做功
- B. 小球在半圆槽内运动的全过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒
- C. 小球自半圆槽的最低点 B 向 C 点运动的过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒
- D. 小球离开 C 点以后，将做竖直上抛运动



8. 应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使物理学习更加有趣和深入。例如人原地起跳时，总是身体弯曲，略下蹲，再猛然蹬地，身体打开，同时获得向上的初速度，双脚离开地面。从开始蹬地到双脚离开地面的整个过程中，下列分析正确的是

- A. 地面对人的支持力始终等于重力
- B. 地面对人的支持力的冲量大于重力的冲量
- C. 人原地起跳过程中获得的动能来自于地面
- D. 人与地球所组成的系统的机械能是守恒的



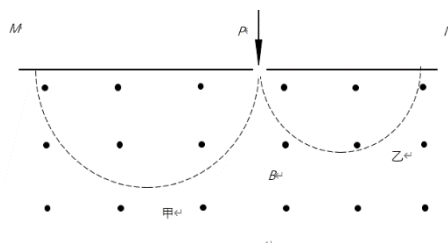
9. 自然界中某个量 D 的变化量 ΔD ，与发生这个变化所用时间 Δt 的比值 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ ，叫做这个量 D 的变化率。下列说法正确的是

- A. 若 D 表示某质点做平抛运动的速度，则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 是恒定不变的
- B. 若 D 表示某质点做匀速圆周运动的动量，则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 是恒定不变的
- C. 若 D 表示某质点做竖直上抛运动离抛出点的高度，则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 一定变大.
- D. 若 D 表示某质点的动能，则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 越大，质点所受外力做的总功就越多



10. 如图所示，甲、乙两个质量相同、带等量异种电荷的带电粒子，以不同的速率经小孔 P 垂直磁场边界 MN ，进入方向垂直纸面向外的匀强磁场中，在磁场中做匀速圆周运动，并垂直磁场边界 MN 射出磁场，半圆轨迹如图中虚线所示。不计粒子所受重力及空气阻力，则下列说法中正确的是

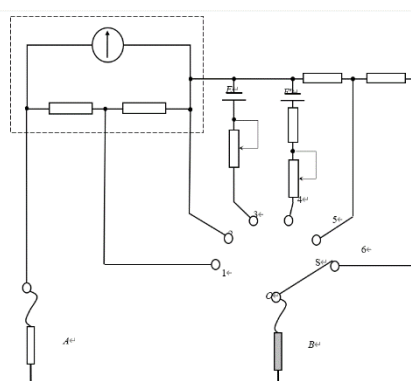
- A. 甲带负电荷，乙带正电荷
- B. 洛伦兹力对甲做正功
- C. 甲的速率大于乙的速率
- D. 甲在磁场中运动的时间大于乙在磁场中运



动的时间

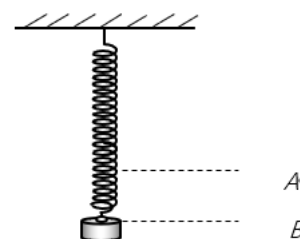
11. 如图是一个多用电表的简化电路图。S 为单刀多掷开关，通过操作开关，接线柱 O 可以接通 1，也可以接通 2、3、4、5 或 6。下列说法正确的是

- A. 当开关 S 分别接 1 或 2 时，测量的是电流，其中 S 接 1 时量程较大
- B. 当开关 S 分别接 3 或 4 时，测量的是电阻，其中 A 是黑表笔
- C. 当开关 S 分别接 5 或 6 时，测量的是电阻，其中 A 是红表笔
- D. 当开关 S 分别接 5 和 6 时，测量的是电压，其中 S 接 5 时量程较大



12. 如图所示，一根轻质弹簧上端固定在天花板上，下端挂一重物（可视为质点），重物静止时处于 B 位置。现用手托重物使之缓慢上升至 A 位置，此时弹簧长度恢复至原长。之后放手，使重物从静止开始下落，沿竖直方向在 A 位置和 C 位置（图中未画出）之间做往复运动。重物运动过程中弹簧始终处于弹性限度内。关于上述过程（不计空气阻力），下列说法中正确的是

- A. 重物在 C 位置时，其加速度的大小等于当地重力加速度的值的两倍



B. 在重物从 A 位置下落到 C 位置的过程中，重力的冲量大于弹簧弹力的冲量

C. 在手托重物从 B 位置缓慢上升到 A 位置的过程中，手对重物所做的功等于重物往复运动过程中所具有的最大动能

D. 在重物从 A 位置到 B 位置和从 B 位置到 C 位置的两个过程中，弹簧弹力对重物所做功之比是 1 : 4

13. 电容器充电后就储存了能量，某同学研究电容器储存的能量 E 与电容器的电容 C 、电荷量 Q 及电容器两极间电压 U 之间的关系。他从等效的思想出发，认为电容器储存的能量等于把电荷从一个极板搬运到另一个极板过程中克服电场力所做的功。为此他做出电容器两极间的电压 u 随电荷量 q 变化的图像（图 3 所示）。按照他的想法，下列说法正确的是

A. $u-q$ 图线的斜率越大，电容 C 越大

B. 搬运 Δq 的电量，克服电场力所做的功近似等于 Δq 上方小矩形的面积

C. 对同一电容器，电容器储存的能量 E 与两极间电压 U 成正比

D. 若电容器电荷量为 Q 时储存的能量为 E ，则电容器电荷量为 $Q/2$ 时储存的能量为 $E/2$

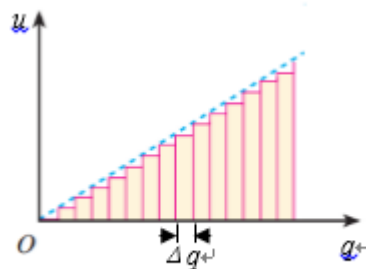


图 3

14. 2019 年 2 月 5 日，“流浪地球”在中国大陆上映，赢得了票房和口碑双丰收。影片讲述的是面对太阳快速老化膨胀的灾难，人类制定了“流浪地球”计划，这首先需要使自转角速度为 ω 的地球停止自转，再将地球推移出太阳系到达距离太阳最近的恒星（比邻星）。

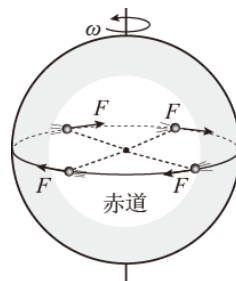
为了使地球停止自转，设想的方案就是在地球赤道上均匀地安装 N 台“喷气”发动机，如图所示（ N 较大，图中只画出了 4 个）。假设每台发动机均能沿赤道的切线方向提供大小恒为 F 的推力，该推力可阻碍地球的自转。已知地球转动的动力学方程与描述质点运动的牛顿第二定律方程 $F=ma$ 具有相似性，为 $M=\beta$ ，其中 M 为外力的总力矩，即外力与对应力臂乘积的总和，其值为 NFR ； I 为地球相对地轴的转动惯量； β 为单位时间内地球的角速度的改变量。将地球看成质量分布均匀的球体，下列说法中正确的是

A. 在 $M=\beta$ 与 $F=ma$ 的类比中，与转动惯量 I 对应的物理量是 m ，其物理意义是反映改变地球绕地轴转动情况的难易程度

B. 地球自转刹车过程中，赤道表面附近的重力加速度逐渐变小

C. 停止自转后，赤道附近比极地附近的重力加速度大

D. 这些行星发动机同时开始工作，且产生的推动力大小恒为 F ，使地球停止自转所需



要的时间为 $\frac{\omega I}{NF}$



第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分) 探究感应电流方向的实验所需器材包括：条形磁铁、电流表、线圈、导线、一节干电池（用来查明线圈中电流的流向与电流表中指针偏转方向的关系）。

(1) 实验现象：如图 1 所示，在四种情况下，将实验结果填入下表。

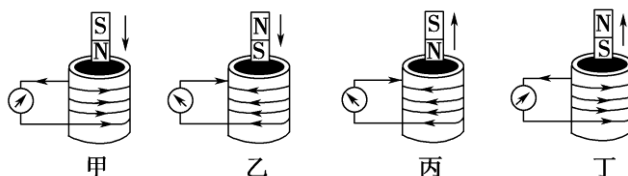


图 1

①线圈内磁通量增加时的情况

图号	原磁场方向	感应电流的方向	感应电流的磁场方向
甲	竖直向下	逆时针（俯视）	竖直向上
乙	竖直向上	顺时针（俯视）	_____

②线圈内磁通量减少时的情况

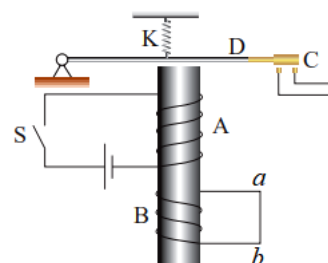
图号	原磁场方向	感应电流的方向	感应电流的磁场方向
丙	竖直向下	顺时针（俯视）	竖直向下
丁	竖直向上	逆时针（俯视）	_____

请填写表格中的空白项。

(2) 实验结论：当穿过闭合线圈的磁通量增加时，感应电流的磁场与原磁场方向_____（填写“相同”或“相反”）。

(3) 总结提炼：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的_____。

(4) 拓展应用：如图 2 所示是一种延时继电器的示意图。铁芯上有两个线圈 A 和 B。线圈 A 和电源连接，线圈 B 与直导线 *ab* 构成一个闭合回路。弹簧 K 与衔铁 D 相连，D 的右端触头 C 连接工作电路（未画出）。开关 S 闭合状态下，工作电路处于导通状态。S 断开瞬间，延时功能启动，此时直导线 *ab* 中电流方向为_____（填写“*a* 到 *b*”或“*b* 到 *a*”）。说明延时继电器的“延时”工作原理：_____。



图



16. (10分) 用图1所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

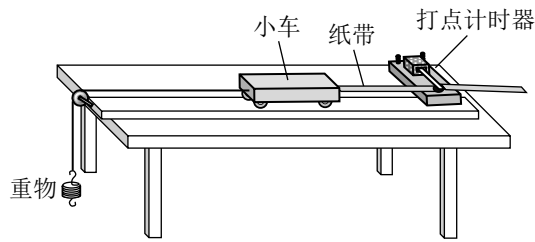


图1



主要实验步骤如下:

- 安装好实验器材。接通电源后,让拖着纸带的小车沿长木板运动,重复几次。
- 选出一条点迹清晰的纸带,找一个合适的点当作计时起点 O ($t=0$),然后每隔相同的时间间隔 T 选取一个计数点,如图2中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F ……所示。

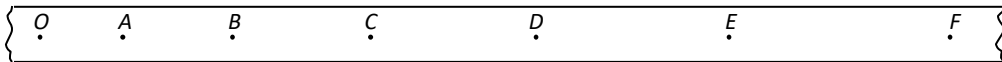


图2

- 通过测量、计算可以得到在打 A 、 B 、 C 、 D 、 E ……点时小车的速度,分别记作 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 、 v_5 ……
- 以速度 v 为纵轴、时间 t 为横轴建立直角坐标系,在坐标纸上描点,如图3所示。

结合上述实验步骤,请你完成下列任务:

- (1) 在下列仪器和器材中,还需要使用的有 _____ 和 _____ (填选项前的字母)。

- 电压合适的 50 Hz 交流电源
- 电压可调的直流电源
- 刻度尺
- 秒表
- 天平(含砝码)

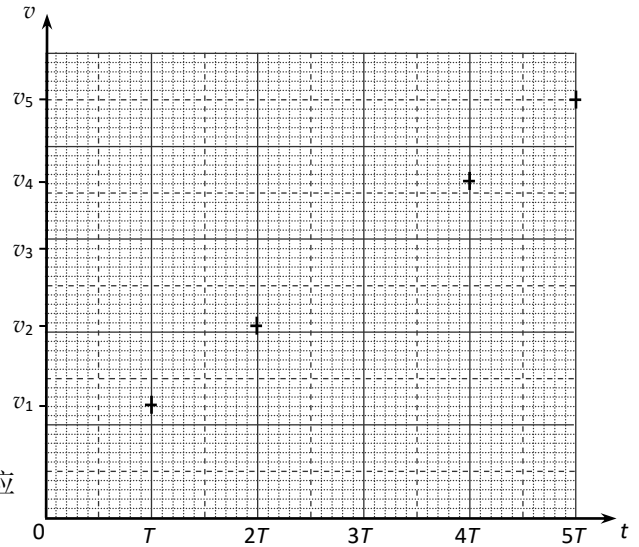


图3

- (2) 在图3中已标出计数点 A 、 B 、 D 、 E 对应的坐标点,请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点,并画出 $v-t$ 图像。
- (3) 观察 $v-t$ 图像,可以判断小车做匀变速直线运动,其依据是 _____。 $v-t$ 图像斜率的物理意义是 _____。
- (4) 描绘 $v-t$ 图像前,还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示各计数点的瞬时速度,从理论上讲,对 Δt 的要求是 _____ (选填“越小越好”或“与大小无关”);从实验的角度看,选取的 Δx 大小与速度测量的误差 _____ (选填“有关”或“无关”)。

- (5) 早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此他设计了如图 4 所示的“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识，分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的。

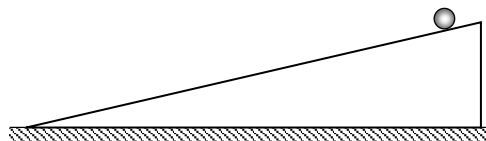
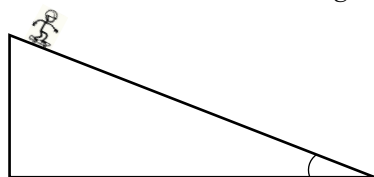


图 4

17. (9 分) 滑板是年轻人喜欢的运动项目。滑板爱好者及滑板总质量 $m = 60\text{kg}$ ，以 $v_0 = 2.0\text{m/s}$ 的初速度沿斜坡匀加速滑下，斜坡的倾角 $\theta = 30^\circ$ ，经 $t = 4.0\text{s}$ 的时间下滑位移 $x = 40\text{m}$ 到达坡底。将人和滑板整体看作质点，设其在下滑过程中所受阻力的大小不变，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，求下滑过程中

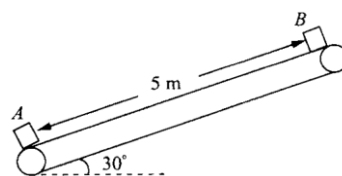
- (1) 滑板及人的加速度的大小 a ;
- (2) 滑板及人受到的阻力的大小 f ;
- (3) 滑板及人受到的重力的冲量 I 。



- 18 (9 分). 如图所示，传送带与水平面之间的夹角为 30° ，其上 A 、 B 两点间的距离为 5m ，传送带在电动机的带动下以 $v = 1\text{m/s}$ 的速度匀速运转，现将一质量为 $m = 10\text{kg}$ 的小物体(可视为质点)轻放在传送带上 A 点，已知小物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，则在传送

带将小物块从 A 传送到 B 的过程中， $g = 10\text{m/s}^2$. 求：

- (1) 小物体在传送带上加速过程中的加速度为多大？
- (2) 传送带对小物块做了多少功；
- (3) 因传送小物块，电动机额外做了多少功？



19. (10 分) 如图甲所示，真空中有一长直细金属导线 MN ，与导线同轴放置一半径为 R 的金属圆柱面。假设导线沿径向均匀射出速率相同的电子，已知电子质量为 m ，电荷量为 e 。不考虑出射电子间的相互作用。

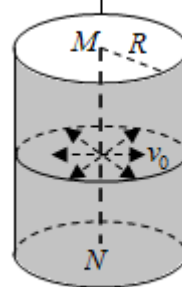
(1) 可以用以下两种实验方案测量出射电子的初速度：

- a. 在柱面和导线之间，只加恒定电压；
- b. 在柱面内，只加与 MN 平行的匀强磁场。

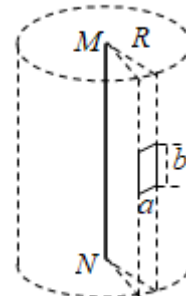
当电压为 U_0 或磁感应强度为 B_0 时，刚好没有电子到达

柱面。分别计算出射电子的初速度 v_0 。

金属圆柱面



甲



乙



(2) 撤去柱面，沿柱面原位置放置一个弧长为 a 、长度为 b 的金属片，如图乙所示。在该金属片上检测到出射电子形成的电流为 I ，电子流对该金属片的压强为 P 。求单位长度导线单位时间内出射电子的总动能。

20 (12 分). 1665 年，就读于剑桥大学 牛顿回到乡下躲避鼠疫，他利用这个宁静的时间思考了“是什么力量使得行星围绕太阳运转，苹果为什么会落到地上而不是天上”等问题，在此基础上他提出了万有引力定律，为经典力学体系的建立打下了坚实的基础。

(1) 将行星绕太阳的运动简化成匀速圆周运动，应用牛顿运动定律和开普勒第三定律

$$\left(\frac{r^3}{T^2} = k, \text{ 其中 } r \text{ 为行星中心到太阳中心间的距离, } T \text{ 为行星运动的周期, } k \text{ 为常数} \right)$$

等，推导行星和太阳之间的引力满足 $F = G \frac{mM}{r^2}$ ，其中 m 为行星的质量， M 为太阳的质量， G 是比例常数。

(2) 上面 (1) 的推导是源于开普勒行星运动定律，因此它只适用于行星与太阳之间的力，牛顿在此基础上又向前走了一大步，提出了任何两个质点之间都存在引力，且都满足 (1) 中的表达式。在牛顿时代已经能比较精确地测定：月球轨道半径 r 、月球公转周期 T 、地球半径 R 、地球表面的重力加速度 g 。若维持月球绕地球运动的力与使得苹果下落的力真是同一种力，请求出上述 4 个量应满足的关系。

(3) 2019 年 4 月 10 日人类公布了拍摄到的首张黑洞的照片。黑洞密度极大，质量极大，半径很小，以最快速度传播的光（光在真空中的速度大小为 c ）都不能逃离它的引力，因此我们无法通过光学观测直接确定黑洞的存在。严格解决黑洞问题需要利用广义相对论的知识，但早在相对论提出之前就有人利用经典力学体系预言过黑洞的存在。我们知道，在经典力学体系中，当两个质量分别为 m_1 、 m_2 的质点相距为 r 时也会具有势能，称之为引力势能，其大小为 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r}$ （规定无穷远处势能为零）。假定黑洞为一个质量分布均匀的球形天体，请你利用以上信息，推测质量为 M 的黑洞，之所以能够成为“黑”洞，其半径 R 最大不能超过多少？



北京市八一学校 2024-2025 学年第一学期高三年级开学摸底测试

物 理 参 考 答 案

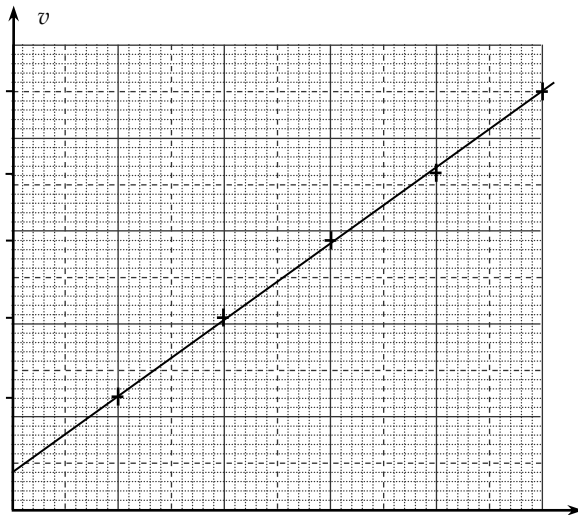
1C2 C 3C4D5A6 D 7C8B9A10C11A12C13B14A

15. (8 分)

- (1) ①竖直向下②竖直向上 (2 分)
- (2) 相反 (1 分)
- (3) (磁场) 磁通量的变化 (1 分)
- (4) a 到 b (2 分)

S 断开瞬间, 线圈 B 中产生感应电流, 保持铁芯中的磁性, 所以衔铁不会马上被弹簧拉起, 达到延时的作用 (2 分)

16. (1) A C
(2) 如答图 1



答

- (3) 小车的速度随时间均匀变化, 加速度
- (4) 越小越好, 有关
- (5) 如果小球的初速度为 0, 其速度 $v \propto t$, 那么它通过的位移 $x \propto t^2$ 。因此, 只要测量小球通过不同位移所用的时间, 就可以检验小球的速度是否随时间均匀变化。

17. (9 分)

(1) 根据匀变速直线运动规律 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ (2 分)

解得 $a = 4 \text{ m/s}^2$ (1 分)

(2) 根据牛顿第二定律, 有 $mg \sin \theta - f = ma$ (2 分)

解得 $f = 60 \text{ N}$ (1 分)

(3) 重力的冲量大小 $I = mgt = 2400 \text{ N}\cdot\text{s}$ (2 分) 方向竖直向下 (1 分)

18. (9分) (1) 2.5m/s(2)255J (3)270J

19 (1)a.在柱面和导线之间, 只加恒定电压 U_0 , 粒子刚好没有电子到达柱面, 此时速度为零, 根据动能定理得: $-eU_0 = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

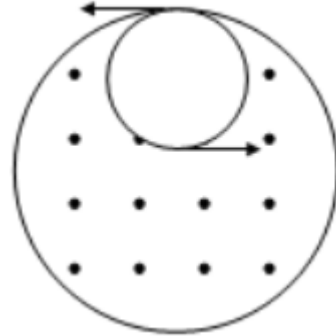
解得: $v_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$

b.在柱面内, 只加与MN平行的匀强磁场, 磁感应强度为 B_0 时, 刚好没有电子到达柱面, 设粒子的偏转半径为 r , 粒子俯视图, 如图所示:

根据几何关系有: $2r = R$

根据洛伦兹力提供向心力, 得: $eB_0v_0 = m\frac{v_0^2}{r}$

解得: $v_0 = \frac{eB_0R}{2m}$



(2)设单位长度导线在单位时间内射出 n 个电子, 则单位时间内金属片接收的电子数为:

$$N = nb \frac{a}{2\pi R} \quad \text{①}$$

$$I = Ne \quad \text{②}$$

设 Δt 时间内, 电子持续撞击金属板, 由动量定理可知:

$$pab \cdot \Delta t = N\Delta t \cdot mv_0 \quad \text{③}$$

单位长度导线单位时间内出射电子的总动能:

$$E_k = n \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{④}$$

联立①②③④可得: $E_k = \frac{\pi Rabep^2}{mI}$



20. (1) 太阳对行星的引力 F 提供行星做圆周运动的向心力, 根据牛顿第二定律, 行星做圆

周运动的向心力大小为 $F = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 根据开普勒第三定律得 $\frac{r^3}{T^2} = k$

其中 k 为常数, 联立以上 2 式得 $F = 4\pi^2k \frac{m}{r^2} \propto \frac{m}{r^2}$

由此可见, 太阳对行星的引力与行星的质量 m 成正比、与太阳和行星间距离 r^2 成反比, 则行星对太阳的引力 F' 必定与太阳的质量 M 成正比、与太阳和行星间距离 r^2 成反

比, 即 $F' \propto \frac{M}{r^2}$

根据牛顿第三定律，有 $F' = F$

考虑以上各式得行星和太阳之间的引力满足 $F \propto mM / r^2$

写成等式为 $F = GmM / r^2$ ，其中 G 是比例常数。

(2) 若维持月球绕地球运动的力与使得苹果下落的力真是同一种力，即都遵守距离平

方反比规律，则 $\frac{a_{\text{月}}}{g} = \frac{R^2}{r^2}$ 又因为 $a_{\text{月}} = \frac{4\pi^2}{T^2} r$

联立以上各式，得 $\frac{4\pi^2}{gT^2} = \frac{R^2}{r^3}$

(3) 设质量为 m 的物体，从黑洞表面至无穷远处

根据能量守恒定律 $\frac{1}{2}mv^2 + (-G\frac{M'm}{R}) = 0$

解得 $R = \frac{2GM'}{v^2}$

因为连光都不能逃离，有 $v=c$ 所以黑洞的半径最大不能超过 $R = \frac{2GM'}{c^2}$

