

2022 北京东城高二（下）期末

物 理

本试卷共 8 页，共 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 选择题（共 42 分）

一、选择题（本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的）

1. 有关电磁波，下列说法中正确的是（ ）

- A. 电磁波必须依赖介质传播
- B. 红外线的波长比紫外线的波长长
- C. 只要有电场和磁场，就能产生电磁波
- D. 在真空中不同频率的电磁波传播速度不同

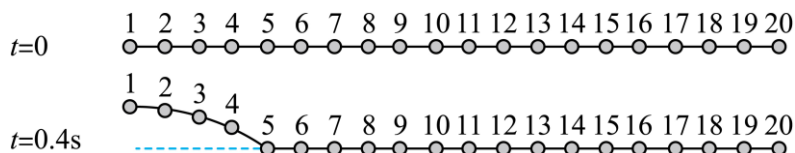
2. 关于光现象及应用，下列说法正确的是（ ）

- A. 光的干涉现象说明光具有波动性
- B. 光的偏振现象说明光是纵波
- C. 观众观看立体电影要戴一种特殊的眼镜、利用了光的衍射现象
- D. 雨后积水路面上可以看到彩色油膜，这是光的折射现象

3. 弹簧振子做简谐运动。在某段时间内其加速度越来越大，则这段时间内（ ）

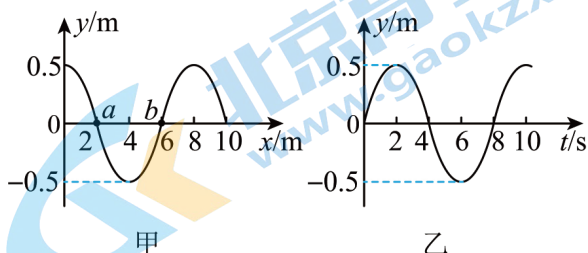
- A. 振子的速度越来越小
- B. 振子正在做匀加速运动
- C. 振子正在向平衡位置运动
- D. 振子的速度方向与加速度方向相同

4. 如图是某绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动、带动质点 2, 3, 4.....等其余质点依次上下振动，把振动从绳的左端传到右端。已知 $t = 0$ 时，质点 1 开始向上运动； $t = 0.4\text{s}$ 时，质点 1 第一次到达上方最大位移处，质点 5 开始向上运动。相邻编号的质点间距离为 2cm 。则（ ）



- A. 这列波的波长为 40cm
- B. $t = 1.2\text{s}$ 时，质点 15 开始向上运动
- C. $t = 1.2\text{s}$ 时，质点 9 位于上方最大位移处
- D. 经过 1.2s ，质点 1 运动到质点 12 的位置

5. 图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图， a 、 b 两质点的横坐标分别为 $x_a = 2\text{m}$ 和 $x_b = 6\text{m}$ 。图乙为质点 b 从该时刻开始计时的振动图像，下列说法正确的是（ ）



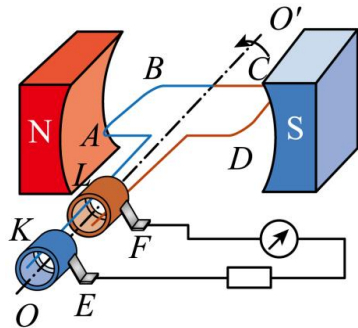
- A. 质点 a 在 $t = 2\text{s}$ 时速度 零

B. 质点 a 经过 4s 运动路程为 4m

C. 该波的波速为 1m/s ，沿 x 轴正方向传播

D. 此刻质点 a 的运动方向沿 y 轴正方向

6. 如图所示为交流发电机的示意图，矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场的轴 OO' 匀速转动，发电机的电动势随时间的变化规律为 $e = 20\sin 100\pi t (\text{V})$ 。下列说法正确的是（ ）



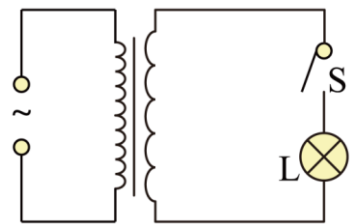
A. 此交流电的频率为 100Hz

B. 此交流电动势的有效值为 20V

C. 当线圈平面转到图示位置时产生的电动势为零

D. 当线圈平面转到图示位置时磁通量的变化率最大

7. 如图所示，用理想变压器为一个“ 6V 、 12W ”的小灯泡供电，变压器原线圈中的输入电压为 220V 。闭合开关 S ，小灯泡恰好正常发光。则下列说法中错误的是（ ）



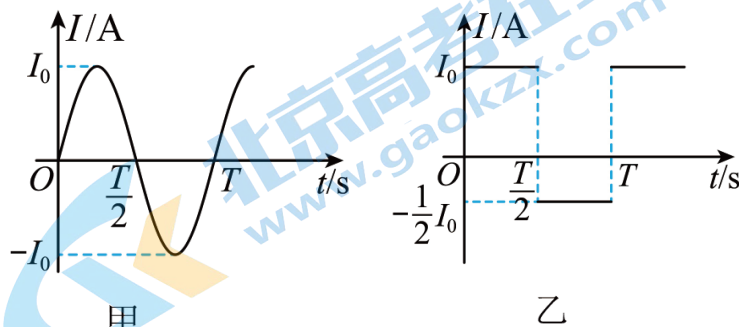
A. 变压器原副线圈的匝数之比为 $110:3$

B. 变压器原线圈中的输入电流为 2A

C. 变压器原线圈中的输入功率为 12W

D. 变压器副线圈中的输出功率为 12W

8. A 、 B 是两个完全相同的电热器， A 通以图甲所示的正弦交变电流， B 通以图乙所示的方波交变电流。两电热器的电功率之比 $P_A:P_B$ 为（ ）



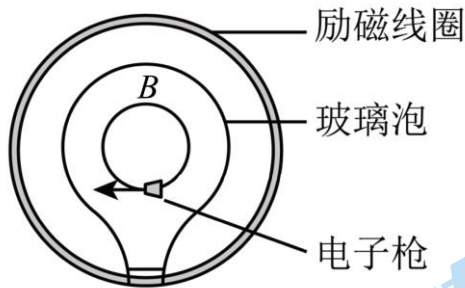
A. 1:1

B. 3:2

C. 4:5

D. 5:4

9. 如图所示、洛伦兹力演示仪由励磁线圈、玻璃泡、电子枪等部分组成，励磁线圈是一对彼此平行的共轴的圆形线圈，它能够在两线圈之间产生匀强磁场，玻璃泡内充有稀薄的气体，电子枪发射的电子束通过泡内气体时能够显示出电子运动的径迹，电子的速度大小可通过电子枪的加速电压来控制，磁感应强度可通过励磁线圈的电流来调节，若电子枪垂直磁场方向发射电子，给励磁线圈通电后，能看到电子束的径迹呈圆形。下列说法正确的是（ ）



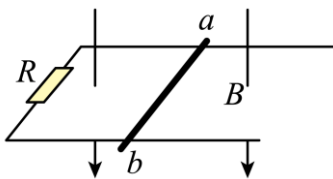
A. 只增大电子枪的加速电压，电子的运动周期变大

B. 只增大电子枪的加速电压，电子的轨道半径变小

C. 只增大励磁线圈中的电流，电子的运动周期变大

D. 只增大励磁线圈中的电流，电子的轨道半径变小

10. 如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小， ab 始终保持静止，下列说法正确 是（ ）



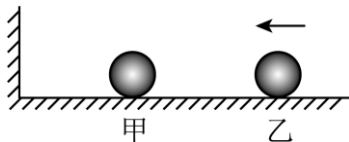
A. ab 中的感应电流方向由 b 到 a

B. ab 中的感应电流逐渐减小

C. ab 所受的安培力保持不变

D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小

11. 如图所示，在光滑水平面的左侧固定一竖直挡板，甲球静止在水平面上，乙球向左运动与甲球发生正碰，使甲球垂直撞向挡板后原速率返回。已知碰撞前、后乙球的速率之比为 3:1，且两球刚好不会发生第二次碰撞。则（ ）



A. 碰撞后乙球向左运动

B. 甲、乙两球的质量之比为 2:1

C. 碰撞前、后两球总动量之比为 3:1

D. 碰撞前、后两球总动能之比为 9:5

12. 质量为 m 钢球自高处落下，以速率 v_1 碰到水平地面后被竖直向上弹回，离开地面时的速率为 v_2 ，钢球与地面的碰撞时间为 Δt ，不计空气阻力。在碰撞过程中（ ）

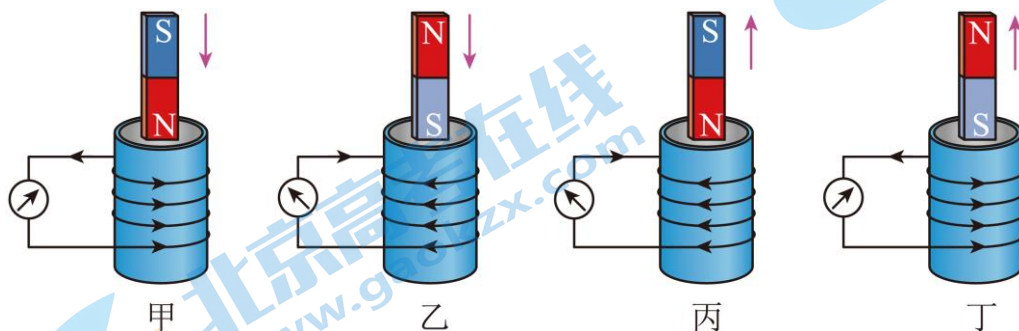
A. 钢球的动量变化量方向竖直向上，大小为 $m(v_1 - v_2)$

B. 钢球的动量变化量方向竖直向下，大小为 $\frac{m(v_1 + v_2)}{\Delta t} + mg$

C. 钢球所受合力的冲量方向竖直向上，大小为 $m(v_1 + v_2)$

D. 钢球受地面的弹力方向竖直向上，大小为 $\frac{m(v_1 + v_2)}{\Delta t}$

13. 在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，用灵敏电流计和线圈组成闭合回路，通过“插入”和“拔出”磁铁，使线圈中产生感应电流，记录实验过程中的相关信息，就可以分析得出感应电流方向遵循的规律。下图为某同学的部分实验记录，分别标出不同情况下磁铁的 N 极，S 极的运动方向以及感应电流的方向。下列判断正确的是（ ）



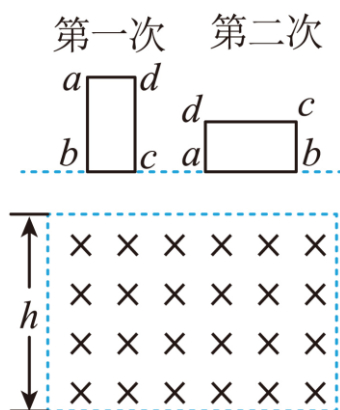
A. 在图甲所示的实验过程中，感应电流的磁场方向与磁铁的磁场方向相同

B. 在图乙所示实验过程中，感应电流的磁场阻碍磁铁磁场的磁通量增大

C. 这组实验可以说明，感应电流的方向由磁铁的磁场方向决定

D. 这组实验可以说明，感应电流的磁场方向由磁铁的运动方向决定

14. 如图所示，将质量为 m 的闭合矩形导线框 $abcd$ 先后两次从图示位置由静止释放，穿过其下方垂直于纸面向里的匀强磁场。第一次线框恰好匀速进入磁场。已知 ab 边长为 $2L$ ， bc 边长为 L ，磁场的宽度 $h > 2L$ 。不计空气阻力。下列判断正确的是（ ）



A. 第一次进入磁场过程中，线框减少的重力势能为 mgh

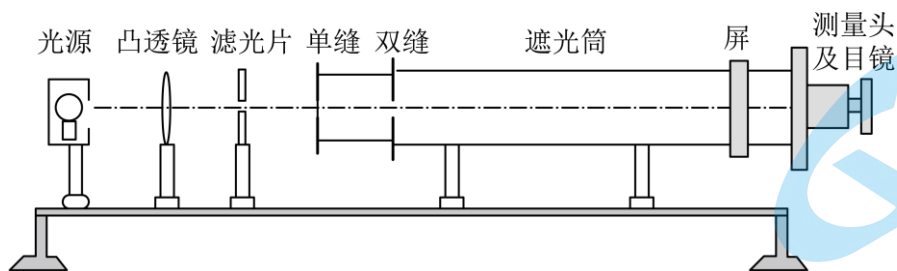
B. 第二次刚进入磁场时，线框的加速度大小为 $4g$

C. 先后两次刚进入磁场时，线圈中的感应电动势之比为 $1:1$

D. 先后两次刚进入磁场时， ab 两点间的电势差之比为 $1:4$

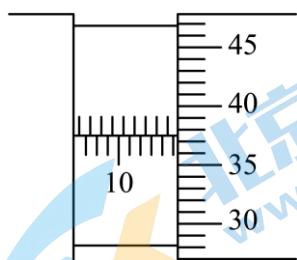
二、填空题（本题共 3 小题，共 18 分）

15. 某同学用如图甲所示的实验装置测量光的波长。他使用绿色的滤光片，在目镜中观察到了一定数量的干涉条纹。



甲

(1) 某次实验时分划板中心刻线在某亮条纹中央位置时，螺旋测微器如图乙所示，则其读数为_____mm。

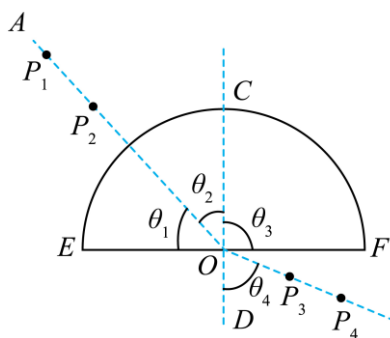


乙

(2) 若要减小相邻两条亮条纹间的距离，以下措施可行的是_____。

- A. 只增大单缝到双缝的距离 B. 只换用间距更大的双缝
C. 只换用更长的遮光筒 D. 只换用红色的滤光片

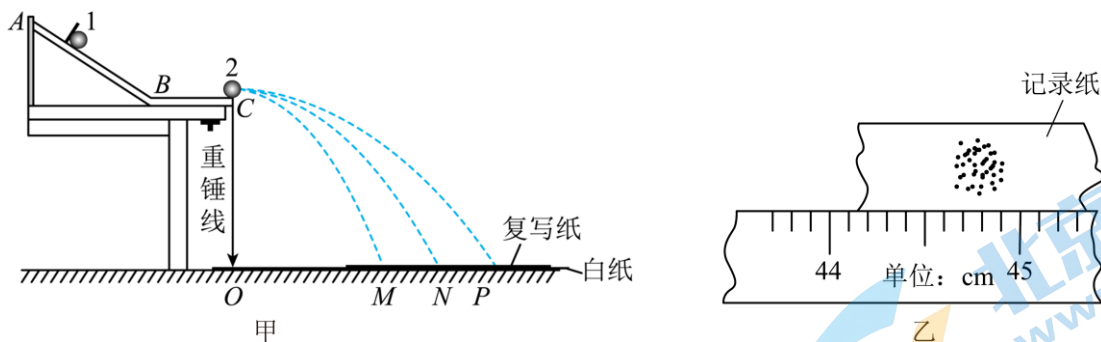
16. 某同学通过实验测定半圆形玻璃砖的折射率。如图所示，半圆形玻璃砖的直径边界为 EF 、半圆弧边界为 ECF ， CD 垂直 EF 并过圆心 O 。某次实验中，他沿 OA 画一条直线，并在 OA 线上适当位置竖直插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ；放上玻璃砖后，在另一侧依次寻找合适位置竖直插上大头针 P_3 、 P_4 ，移走玻璃砖和大头针后，过 P_3 、 P_4 针孔作出直线 OB ， OB 可看成沿 AO 入射的光透过玻璃砖后的折射光线。



(1) 测量相应的角度后，计算玻璃砖折射率的表达式为_____；

(2) 该同学认为，实验中 θ_2 可以取接近 90° 的任意值，请说明你的观点及理由。_____

17. 某同学用如图甲所示的装置，通过半径相同的两球碰撞来验证动量守恒定律，图中 AB 是斜槽， BC 是水平槽，斜槽与水平槽之间平滑连接。



实验时先使小球 1 从斜槽上某一固定位置由静止开始滚下，落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹，重复上述操作多次。再把小球 2 放在水平槽末端的位置小球 1 仍从原位置由静止开始滚下，与小球 2 碰撞后，两小球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹，重复上述操作多次。在记录纸上确定 M 、 N 、 P 为三个落点的平均位置。实验中测出小球 1 的质量为 m_1 ，小球 2 的质量为 m_2 ， M 、 N 、 P 三点到 O 点的距离为 OM 、 ON 、 OP ，其中 O 点为水平槽末端在记录纸上的竖直投影点。

(1) 本实验必须满足的条件是_____；

A. 两小球质量必须相等 B. 斜槽轨道必须是光滑的 C. 轨道末端必须是水平的

(2) 某次实验中 P 点位置的多次落点痕迹如图乙所示，刻度尺的零点与 O 点对齐，则 $OP =$ _____ cm；

(3) 若实验结果满足_____，就可以验证碰撞过程中动量守恒；

(4) 实验中通过仅测量小球做平抛运动的_____（选填“水平位移”或“竖直位移”），可间接得到小球碰撞前后的速度关系，这样做的依据是_____。

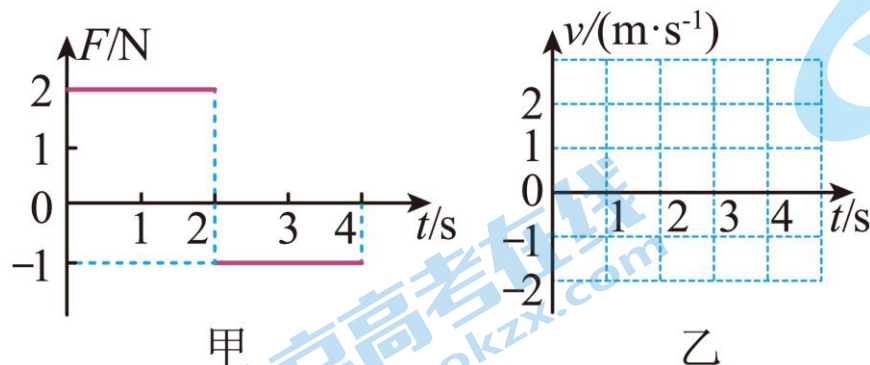
三、计算论证题（本题共 4 小题，共 40 分）解题要求：写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题，结果必须明确写出数值和单位。

18. 一个质量为 2kg 的物体在合力 F 的作用下，从静止开始在水平地面上做直线运动。以向东为正方向，合力 F 随时间 t 变化的图像如图甲所示。

(1) 在图乙中画出前 4s 物体运动的 $v-t$ 图像；

(2) 求出 $t = 3\text{s}$ 时物体动量的大小；

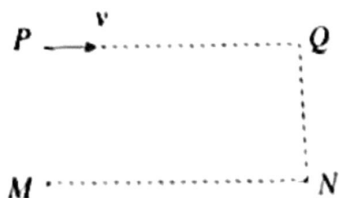
(3) 求出前 4s 内物体受到的冲量。



19. 如图所示，在矩形区域 $PQNM$ 内存在垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子在 P 点以垂直于 PM 的方向射入磁场，并从 N 点射出。已知带电粒子质量为 m ，电荷量为 q ，入射速度为 v ，矩形区域中 PQ 的长度为 L ， QN 的长度为 $\frac{L}{2}$ 。不计粒子的重力。

(1) 求粒子运动的轨道半径 r ；

(2) 判断磁场方向，并求磁场的磁感应强度大小。

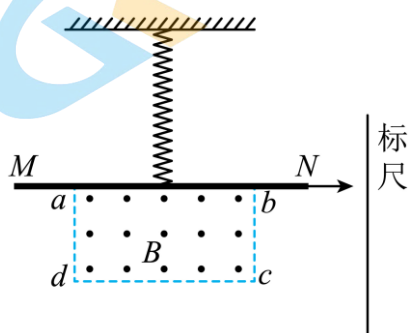


20. 某同学设计了一个测量电流的装置，原理如图所示，轻弹簧上端固定，下端悬挂一根质量为 m 的均匀细金属杆 MN ，金属杆与弹簧绝缘，金属杆的 N 端连接一绝缘轻指针，可指示右侧标尺上的读数。在金属杆 MN 下方的矩形区域 $abcd$ 内有匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直纸面向外。当金属杆 MN 中没有电流通过且处于平衡状态时，金属杆 MN 与矩形区域的 ab 边重合，指针指在标尺的零刻线。当金属杆 MN 中有电流通过时，指针示数可表示电流大小。已知金属杆 MN 的长度大于 ab ，且始终保持水平状态。弹簧的劲度系数为 k ，测量过程中弹簧始终在弹性限度内。 ab 边长为 l_1 ， bc 边长为 l_2 。重力加速度为 g 。不计金属杆中电流对磁场的影响。

(1) 要使此装置正常工作， MN 的哪一端应与电源正极相接？

(2) 通过分析说明标尺的刻度是否均匀。

(3) 若 $k = 2.0 \text{ N/m}$ ， ab 边长 $l_1 = 0.20 \text{ m}$ ， bc 边长 $l_2 = 0.05 \text{ m}$ ， $B = 0.2 \text{ T}$ 。求此装置可测电流的最大值。

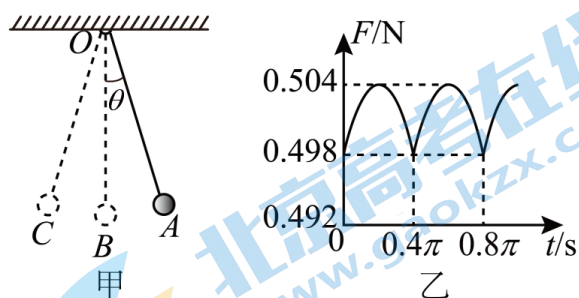


21. 如图甲所示， O 点为单摆的固定悬点，将力传感器接在摆球与 O 点之间。 $t = 0$ 时刻在 A 点释放摆球，摆球在竖直面内的 A 、 C 之间来回摆动，其中 B 点为运动中的最低位置。图乙为细线对摆球的拉力大小 F 随时间 t 变化的曲线。已知摆长为 1.6 m ， A 、 B 之间的最大摆角为 $\theta = 5^\circ$ （取 $\sin 5^\circ = 0.087$ ， $\cos 5^\circ = 0.996$ ）。求：

(1) 当地的重力加速度大小；

(2) 摆球在 A 点时回复力的大小；

(3) 摆球运动过程中 最大动能。



参考答案

一、选择题（本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的）

1. 有关电磁波，下列说法中正确的是（ ）

- A. 电磁波必须依赖介质传播
- B. 红外线的波长比紫外线的波长长
- C. 只要有电场和磁场，就能产生电磁波
- D. 在真空中不同频率的电磁波传播速度不同

【答案】B

【解析】

【详解】A. 电磁波可以在真空中传播，故 A 错误；

B. 红外线的波长比紫外线的波长长，故 B 正确；

C. 周期性变化的电场和磁场才能产生电磁波，故 C 错误；

D. 在真空中不同频率的电磁波传播速度均等于光速，故 D 错误。

故选 B。

2. 关于光现象及应用，下列说法正确的是（ ）

- A. 光的干涉现象说明光具有波动性
- B. 光的偏振现象说明光是纵波
- C. 观众观看立体电影要戴一种特殊的眼镜、利用了光的衍射现象
- D. 雨后积水路面上可以看到彩色油膜，这是光的折射现象

【答案】A

【解析】

【详解】A. 光的干涉现象说明光具有波动性，故 A 正确；

B. 光的偏振现象说明光是横波，故 B 错误；

C. 观众观看立体电影要戴一种特殊的眼镜、利用了光的偏振现象，故 C 错误；

D. 雨后积水路面上可以看到彩色油膜，这是光的薄膜干涉，故 D 错误。

故选 A。

3. 弹簧振子做简谐运动。在某段时间内其加速度越来越大，则这段时间内（ ）

- A. 振子的速度越来越小
- B. 振子正在做匀加速运动
- C. 振子正在向平衡位置运动
- D. 振子的速度方向与加速度方向相同

【答案】A

【解析】

【详解】C. 根据题意可知，弹簧振子在某段时间内其加速度越来越大，由牛顿第二定律可得

$$a = -\frac{kx}{m}$$

可知，振子的位移大小越来越大，则振子由平衡位置向端点运动，故 C 错误；

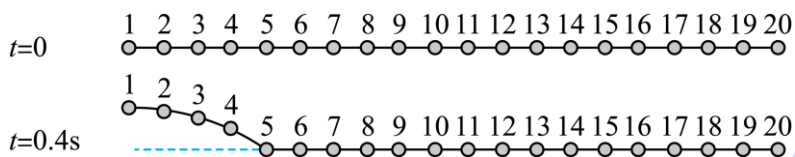
A. 由于振子由平衡位置向端点运动，则振子的速度越来越小，故 A 正确；

B. 根据题意，结合 A 分析可知，振子做加速度增大的减速运动，故 B 错误；

D. 由 A 分析可知，振子做减速运动，则振子的速度方向与加速度方向相反，故 D 错误。

故选 A。

4. 如图是某绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动、带动质点 2, 3, 4.....等其余质点依次上下振动, 把振动从绳的左端传到右端。已知 $t = 0$ 时, 质点 1 开始向上运动; $t = 0.4\text{s}$ 时, 质点 1 第一次到达上方最大位移处, 质点 5 开始向上运动。相邻编号的质点间距离为 2cm 。则 ()



- A. 这列波的波长为 40cm
- B. $t = 1.2\text{s}$ 时, 质点 15 开始向上运动
- C. $t = 1.2\text{s}$ 时, 质点 9 位于上方最大位移处
- D. 经过 1.2s , 质点 1 运动到质点 12 的位置

【答案】C

【解析】

【详解】A. 已知 $t = 0$ 时, 质点 1 开始向上运动; $t = 0.4\text{s}$ 时, 质点 1 第一次到达上方最大位移处, 质点 5 开始向上运动, 编号 质点间距离为 2cm , 则

$$x_{15} = \frac{\lambda}{4}$$

解得

$$\lambda = 32\text{cm}$$

A 错误;

BC. 由题意可知

$$0.4\text{s} = \frac{T}{4}$$

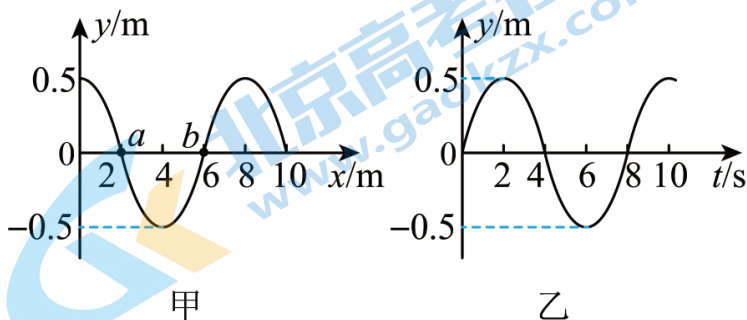
$$t = 1.2\text{s} = \frac{3}{4}T$$

质点 13 开始向上运动, 质点 9 位于上方最大位移处, B 错误, C 正确;

D. 质点在竖直方向做简谐运动, 质点 1 不会运动到质点 12 的位置, D 错误。

故选 C。

5. 图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图, a 、 b 两质点的横坐标分别为 $x_a = 2\text{m}$ 和 $x_b = 6\text{m}$ 。图乙为质点 b 从该时刻开始计时的振动图像, 下列说法正确的是 ()



- A. 质点 a 在 $t = 2\text{s}$ 时速度为零

- B. 质点 a 经过 $4s$ 运动路程 $4m$
- C. 该波的波速为 $1m/s$ ，沿 x 轴正方向传播
- D. 此刻质点 a 的运动方向沿 y 轴正方向

【答案】A

【解析】

【详解】C. 由图乙可知 $t=0$ 时刻质点 b 沿 y 轴正方向运动，此时质点 b 应位于波传播方向波形的下坡，所以该简谐横波沿 x 轴负方向传播，而该波的波长和周期分别为

$$\lambda = 8m, T = 8s$$

所以波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = 1m/s$$

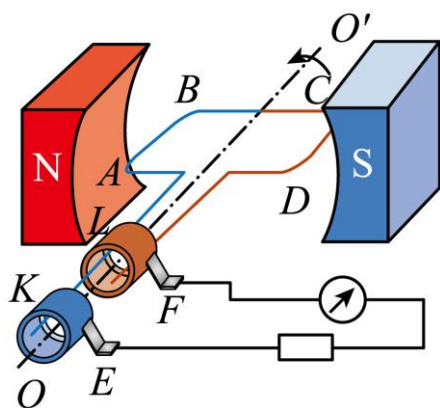
故 C 错误；

AD. $t=0$ 时刻质点 a 位于波传播方向波形的上坡，所以此时质点 a 沿 y 轴负方向运动，经过 $2s$ （四分之一周期），质点 a 位于波谷处，速度为零，故 A 正确，D 错误；

B. 质点 a 经过 $4s$ （半个周期）运动路程为 $1m$ ，故 B 错误。

故选 A。

6. 如图所示为交流发电机的示意图，矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场的轴 OO' 匀速转动，发电机的电动势随时间的变化规律为 $e = 20\sin 100\pi t (V)$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. 此交流电的频率为 $100Hz$
- B. 此交流电动势的有效值为 $20V$
- C. 当线圈平面转到图示位置时产生的电动势为零
- D. 当线圈平面转到图示位置时磁通量的变化率最大

【答案】D

【解析】

【详解】A. 此交流电的频率为

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 50Hz$$

故 A 错误；

B. 此交流电动势的有效值为

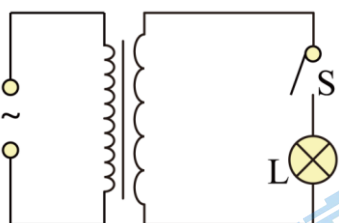
$$E = \frac{e_m}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}V$$

故 B 错误；

CD. 当线圈平面转到图示位置时刚好和中性面垂直，此时产生的电动势最大，磁通量的变化率最大，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

7. 如图所示，用理想变压器为一个“6V、12W”的小灯泡供电，变压器原线圈中的输入电压为 220V。闭合开关 S，小灯泡恰好正常发光。则下列说法中错误的是（ ）



A. 变压器原副线圈的匝数之比为 110: 3

B. 变压器原线圈中的输入电流为 2A

C. 变压器原线圈中的输入功率为 12W

D. 变压器副线圈中的输出功率为 12W

【答案】B

【解析】

【详解】A. 因为原线圈的电压为 220V，副线圈的电压为 6V，故原副线圈的匝数比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{6} = \frac{110}{3}$$

故 A 正确；

B. 变压器原线圈中的输入电流为

$$I = \frac{12}{220} \neq 2A$$

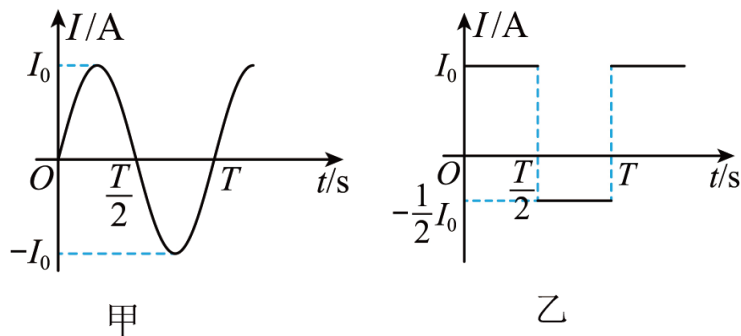
故 B 错误；

C. 变压器原线圈中的输入功率为 12W，故 C 正确；

D. 变压器副线圈中的输出功率为 12W，故 D 正确。

故选 B。

8. A、B 是两个完全相同的电热器，A 通以图甲所示的正弦交变电流，B 通以图乙所示的方波交变电流。两电热器的电功率之比 $P_A : P_B$ 为（ ）



A. 1:1

B. 3:2

C. 4:5

D. 5:4

【答案】C

【解析】

【详解】图甲所示电流的有效值为

$$I_A = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

设图乙所示电流的有效值为 I_B ，根据等效热值法有

$$I_B^2 R T = I_0^2 R \cdot \frac{T}{2} + \left(\frac{I_0}{2} \right)^2 R \cdot \frac{T}{2}$$

解得

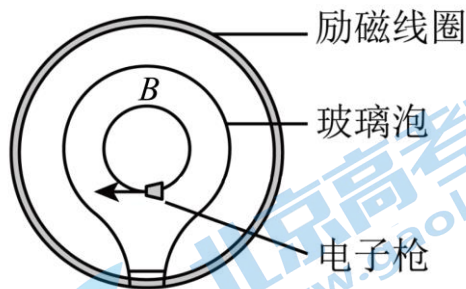
$$I_B = \sqrt{\frac{5}{8}} I_0$$

根据 $P = I^2 R$ 可得

$$P_A : P_B = I_A^2 : I_B^2 = 4:5$$

故选 C。

9. 如图所示、洛伦兹力演示仪由励磁线圈、玻璃泡、电子枪等部分组成，励磁线圈是一对彼此平行 共轴的圆形线圈，它能够在两线圈之间产生匀强磁场，玻璃泡内充有稀薄的气体，电子枪发射的电子束通过泡内气体时能够显示出电子运动的径迹，电子的速度大小可通过电子枪的加速电压来控制，磁感应强度可通过励磁线圈的电流来调节，若电子枪垂直磁场方向发射电子，给励磁线圈通电后，能看到电子束的径迹呈圆形。下列说法正确的是（ ）



A. 只增大电子枪的加速电压，电子的运动周期变大

B. 只增大电子枪的加速电压，电子的轨道半径变小

C. 只增大励磁线圈中的电流，电子的运动周期变大

D. 只增大励磁线圈中的电流，电子的轨道半径变小

【答案】D

【解析】

【详解】设加速电压为 U ，对电子的加速过程，根据动能定理有

$$eU = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

设电子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R ，根据牛顿第二定律有

$$evB = m\frac{v^2}{R}$$

解得

$$R = \frac{mv}{Be} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{e}}$$

电子的运动周期为

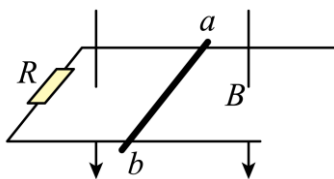
$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{Be}$$

AB. 只增大电子枪的加速电压， R 变大， T 不变，故 AB 错误；

CD. 只增大励磁线圈中的电流，即 B 变大，则 R 变小， T 变小，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

10. 如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小， ab 始终保持静止，下列说法正确的是（ ）



A. ab 中的感应电流方向由 b 到 a

B. ab 中的感应电流逐渐减小

C. ab 所受的安培力保持不变

D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小

【答案】D

【解析】

【详解】A. 磁感应强度均匀减小，磁通量减小，根据楞次定律和安培定则得， ab 中的感应电流方向由 a 到 b ，故 A 错误；

B. 由于磁感应强度均匀减小，根据法拉第电磁感应定律 $E = n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知感应电动势恒定，则 ab 中 感应电流不变，故 B 错误；

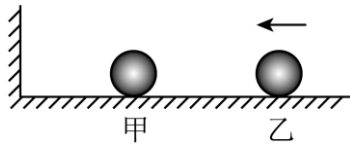
C. 根据安培力公式 $F = BIL$ 知, 电流不变, B 均匀减小, 则安培力减小, 故 C 错误;

D. 安培力和静摩擦力为一对平衡力, 安培力减小, 则静摩擦力减小, 故 D 正确。

故选 D。

11. 如图所示, 在光滑水平面的左侧固定一竖直挡板, 甲球静止在水平面上, 乙球向左运动与甲球发生正碰, 使甲球垂直撞向挡板后原速率返回。已知碰撞前、后乙球的速率之比为 3:1, 且两球刚好不会发生第二次碰撞。则

()



A. 碰撞后乙球向左运动

B. 甲、乙两球的质量之比为 2:1

C. 碰撞前、后两球总动量之比为 3:1

D. 碰撞前、后两球总动能之比为 9:5

【答案】D

【解析】

【详解】设甲球的质量为 m_1 , 乙球的质量为 m_2 , 碰撞前乙的速度为 v_0

AB. 根据题意可知, 取向左为正方向, 碰撞前、后乙球的速率之比为 3:1, 甲球垂直撞向挡板后原速率返回, 且

两球刚好不会发生第二次碰撞, 则碰撞后甲球和乙球速度方向相反, 大小相等, 则甲球的速度为 $\frac{1}{3}v_0$, 乙球速度为

$-\frac{1}{3}v_0$, 即碰撞后乙球向右运动, 由动量守恒定律有

$$m_2 v_0 = m_1 \cdot \frac{1}{3}v_0 - m_2 \cdot \frac{1}{3}v_0$$

可得

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4}{1}$$

故 AB 错误;

C. 根据题意可知, 碰撞前、后动量守恒, 则碰撞前、后两球总动量之比为 1:1, 故 C 错误;

D. 结合 AB 分析可知, 碰撞前两球总动能为

$$E_{k1} = \frac{1}{2} m_2 v_0^2$$

碰撞后两球总动能

$$E_{k2} = \frac{1}{2} m_1 \left(\frac{1}{3}v_0 \right)^2 + \frac{1}{2} m_2 \left(\frac{1}{3}v_0 \right)^2 = \frac{5}{18} m_2 v_0^2$$

则碰撞前, 后两球总动能之比为

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{9}{5}$$

故 D 正确。

故选 D。

12. 质量为 m 的钢球自高处落下，以速率 v_1 碰到水平地面后被竖直向上弹回，离开地面时的速率为 v_2 ，钢球与地面的碰撞时间为 Δt ，不计空气阻力。在碰撞过程中（ ）

- A. 钢球的动量变化量方向竖直向上，大小为 $m(v_1 - v_2)$
- B. 钢球的动量变化量方向竖直向下，大小为 $\frac{m(v_1 + v_2)}{\Delta t} + mg$
- C. 钢球所受合力的冲量方向竖直向上，大小为 $m(v_1 + v_2)$
- D. 钢球受地面的弹力方向竖直向上，大小为 $\frac{m(v_1 + v_2)}{\Delta t}$

【答案】C

【解析】

【详解】AB. 规定竖直向上为正方向，则钢球的动量变化量为

$$\Delta p = mv_2 - m(-v_1) = m(v_1 + v_2)$$

方向竖直向上，故 AB 错误；

C. 根据动量定理可知钢球所受合力的冲量方向竖直向上，大小为

$$I = \Delta p = m(v_1 + v_2)$$

故 C 正确；

D. 设钢球受地面的弹力大小为 F ，根据动量定理有

$$(F - mg)\Delta t = m(v_1 + v_2)$$

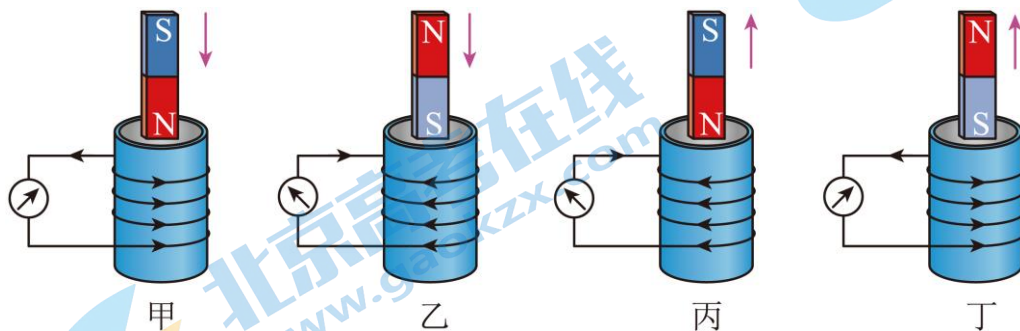
解得

$$F = \frac{m(v_1 + v_2)}{\Delta t} + mg$$

方向竖直向上，故 D 错误。

故选 C。

13. 在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，用灵敏电流计和线圈组成闭合回路，通过“插入”和“拔出”磁铁，使线圈中产生感应电流，记录实验过程中的相关信息，就可以分析得出感应电流方向遵循的规律。下图为某同学的部分实验记录，分别标出不同情况下磁铁的 N 极，S 极的运动方向以及感应电流的方向。下列判断正确的是（ ）



- A. 在图甲所示的实验过程中，感应电流的磁场方向与磁铁的磁场方向相同
- B. 在图乙所示的实验过程中，感应电流的磁场阻碍磁铁磁场的磁通量增大
- C. 这组实验可以说明，感应电流的方向由磁铁的磁场方向决定

D. 这组实验可以说明，感应电流的磁场方向由磁铁的运动方向决定

【答案】B

【解析】

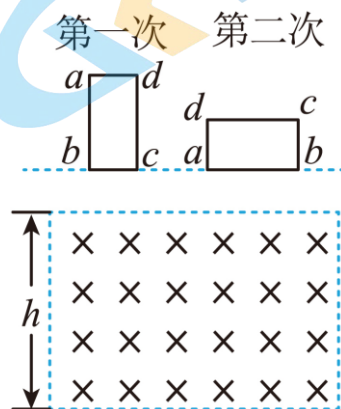
【详解】A. 在图甲所示的实验过程中，由右手螺旋定则可知，感应电流的磁场方向与磁铁的磁场方向相反，故 A 错误；

B. 在图乙所示的实验过程中，由右手螺旋定则可知，感应电流的磁场方向与磁铁的磁场方向相反，感应电流的磁场阻碍磁铁磁场的磁通量增大，故 B 正确；

CD. 由图甲和图丙可知，磁铁的磁场方向相同，磁铁运动方向不同，感应电流方向不同，说明感应电流的方向由磁铁运动方向决定；由图丙和图丁可知，磁铁的磁场方向不同，磁铁运动方向相同，感应电流方向不同，说明感应电流的方向由磁铁磁场方向决定，则这组实验可以说明，感应电流的方向由磁铁的运动方向和磁铁的磁场方向决定，即感应电流的磁场方向磁铁的运动方向和磁铁的磁场方向决定，故 CD 错误。

故选 B。

14. 如图所示，将质量为 m 的闭合矩形导线框 $abcd$ 先后两次从图示位置由静止释放，穿过其下方垂直于纸面向里的匀强磁场。第一次线框恰好匀速进入磁场。已知 ab 边长为 $2L$ ， bc 边长为 L ，磁场的宽度 $h > 2L$ 。不计空气阻力。下列判断正确的是（ ）



- A. 第一次进入磁场过程中，线框减少的重力势能为 mgh
- B. 第二次刚进入磁场时，线框的加速度大小为 $4g$
- C. 先后两次刚进入磁场时，线圈中的感应电动势之比为 $1:1$
- D. 先后两次刚进入磁场时， ab 两点间的电势差之比为 $1:4$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 根据题意可知，线框第一进入磁场的过程中，线框下降的高度为 $2L$ ，则线框减少的重力势能为 $\Delta E_p = mg \cdot 2L = 2mgL$

故 A 错误；

C. 根据题意可知，由于线框两次从同一高度下降，则线框进入磁场时速度相等，设速度为 v ，线框第一次进入磁场时，感应电动势为

$$E_1 = BLv$$

线框第二次进入磁场时，感应电动势为

$$E_2 = B \cdot 2Lv = 2BLv$$

则先后两次刚进入磁场时，线圈中的感应电动势之比为

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$$

故 C 错误；

B. 设线框的电阻为 R ，则线框进入磁场过程中，感应电流为

$$I = \frac{E}{R}$$

线框受到的安培力为

$$F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

由题意可知，线框第一次进入磁场过程中，安培力与线框的重力大小相等，则有

$$mg = F_1 = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

则线框第二次刚进入磁场时的安培力为

$$F_2 = \frac{B^2 (2L)^2 v}{R} = 4mg$$

设第二次刚进入磁场时，线框的加速度大小为 a ，由牛顿第二定律有

$$F_2 - mg = ma$$

解得

$$a = 3g$$

故 B 错误；

D. 根据题意可知， ab 间的电阻为 $\frac{1}{3}R$ ，第一次进入磁场时， ab 两点间的电势差为

$$U_1 = \frac{E_1}{R} \cdot \frac{1}{3}R = \frac{BLv}{3}$$

第二次进入磁场时， ab 两点间的电势差为

$$U_2 = \frac{E_2}{R} \left(R - \frac{1}{3}R \right) = \frac{4BLv}{3}$$

则先后两次刚进入磁场时， ab 两点间的电势差之比为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{4}$$

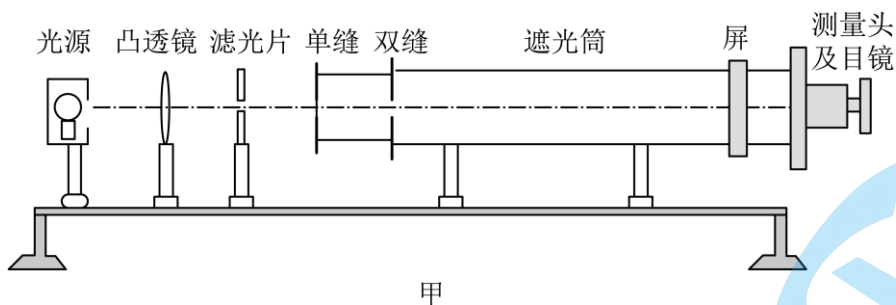
故 D 正确。

故选 D。

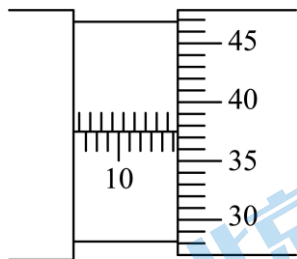
第二部分 非选择题（共 58 分）

二、填空题（本题共 3 小题，共 18 分）

15. 某同学用如图甲所示的实验装置测量光的波长。他使用绿色的滤光片，在目镜中观察到了一定数量的干涉条纹。



(1) 某次实验时分划板中心刻线在某亮条纹中央位置时，螺旋测微器如图乙所示，则其读数为_____mm。



(2) 若要减小相邻两条亮条纹间的距离，以下措施可行的是_____。

- A. 只增大单缝到双缝的距离 B. 只换用间距更大的双缝
C. 只换用更长的遮光筒 D. 只换用红色的滤光片

【答案】 ①. 15.375 ②. B

【解析】

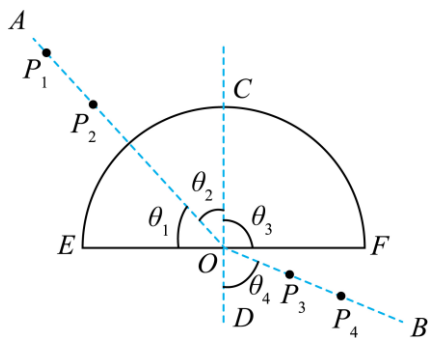
【详解】 (1) [1]由图乙可知，螺旋测微器的读数为

$$15\text{mm} + 37.5 \times 0.01\text{mm} = 15.375\text{mm}$$

(2) [2]由公式 $\Delta x = \lambda \frac{l}{d}$ 可知

- A. 只增大单缝到双缝的距离，不改变相邻两条亮条纹间的距离，故 A 错误；
B. 只换用间距更大的双缝，则 d 变大， Δx 减小，即相邻两条亮条纹间的距离减小，故 B 正确；
C. 只换用更长的遮光筒，则 l 变大， Δx 增大，即相邻两条亮条纹间的距离增大，故 C 错误；
D. 只换用红色的滤光片，则 λ 变大， Δx 增大，即相邻两条亮条纹间的距离增大，故 D 错误。
故选 B。

16. 某同学通过实验测定半圆形玻璃砖的折射率。如图所示，半圆形玻璃砖的直径边界为 EF 、半圆弧边界为 ECF ， CD 垂直 EF 并过圆心 O 。某次实验中，他沿 OA 画一条直线，并在 OA 线上适当位置竖直插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ；放上玻璃砖后，在另一侧依次寻找合适位置竖直插上大头针 P_3 、 P_4 ，移走玻璃砖和大头针后，过 P_3 、 P_4 针孔作出直线 OB ， OB 可看成沿 AO 入射的光透过玻璃砖后的折射光线。



- (1) 测量相应的角度后，计算玻璃砖折射率的表达式为_____；
- (2) 该同学认为，实验中 θ_2 可以取接近 90° 的任意值，请说明你的观点及理由。_____

【答案】 ①. $\frac{\sin \angle BOD}{\sin \angle AOC}$ ②. 该同学的观点是不对的

【解析】

【详解】 (1) [1]折射率为

$$n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$$

其中， θ 是入射角， α 是折射角，则测量相应的角度后，计算玻璃砖折射率的表达式为

$$n = \frac{\sin \angle BOD}{\sin \angle AOC}$$

(2) [2]由于全反射现象，从空气射入玻璃砖，当 OB 与 EF 重合时，

$$\angle BOD = 90^\circ$$

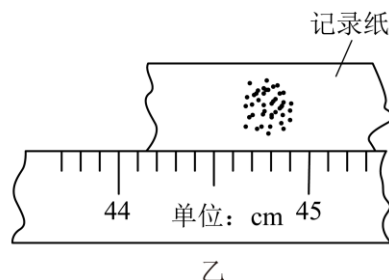
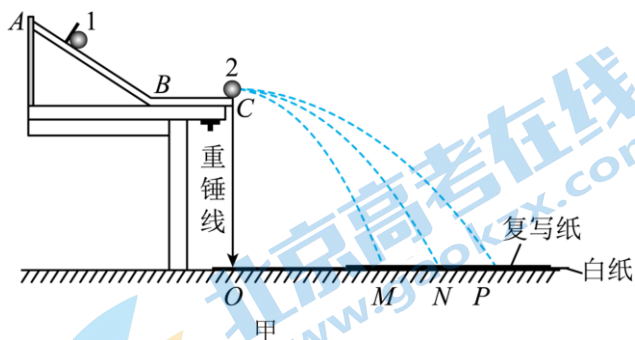
$$n = \frac{\sin \angle BOD}{\sin \angle AOC} > 1$$

可知

$$\sin \angle AOC < \sin \angle BOD = 90^\circ$$

实验中 θ_2 的取值应小于 90° 。

17. 某同学用如图甲所示的装置，通过半径相同的两球碰撞来验证动量守恒定律，图中 AB 是斜槽， BC 是水平槽，斜槽与水平槽之间平滑连接。



实验时先使小球1从斜槽上某一固定位置由静止开始滚下，落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹，重复上述操作多次。再把小球2放在水平槽末端的位置小球1仍从原位置由静止开始滚下，与小球2碰撞后，两小球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹，重复上述操作多次。在记录纸上确定 M 、 N 、 P 为三个落点的平均位置。实验中测出

小球 1 的质为 m_1 ，小球 2 的质量为 m_2 ， M 、 N 、 P 三点到 O 点的距离为 OM 、 ON 、 OP ，其中 O 点为水平槽末端在记录纸上的竖直投影点。

(1) 本实验必须满足的条件是_____；

A. 两小球质量必须相等 B. 斜槽轨道必须是光滑的 C. 轨道末端必须是水平的

(2) 某次实验中 P 点位置的多次落点痕迹如图乙所示，刻度尺的零点与 O 点对齐，则 $OP =$ _____ cm；

(3) 若实验结果满足_____，就可以验证碰撞过程中动量守恒；

(4) 实验中通过仅测量小球做平抛运动的_____（选填“水平位移”或“竖直位移”），可间接得到小球碰撞前后的速度关系，这样做的依据是_____。

【答案】 ①. C ②. 44.79 (44.76~44.82 范围内均可) ③. $m_1 \cdot ON = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot OP$ ④. 水平位移 ⑤. 小球下落高度相同，做平抛运动的时间相同，碰撞前后的速度正比于水平位移

【解析】

【详解】(1) [1]A. 为了使小球 1 碰撞后不反弹，且速度不变为零，应满足 $m_1 > m_2$ ，故 A 不符合题意；

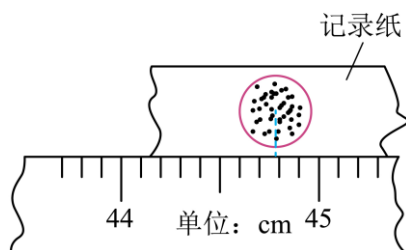
B. 实验中要求小球 1 每次运动至斜槽末端时的速度大小相同，所以需要每次将小球 1 从斜槽轨道上同一位置由静止释放，而斜槽轨道是否光滑对上述要求无影响，故 B 不符合题意；

C. 为了使两小球离开斜槽轨道末端后能够做平抛运动，轨道末端必须是水平的，故 C 符合题。

故选 C。

(2) [2]如图所示，作一尽可能小的圆将所有落点痕迹围住，圆心所在位置即为落点的平均位置，所以

$OP = 44.79\text{cm}$



(3) (4) [3][4][5]设小球 1 与小球 2 碰撞前瞬间的速度为 v_1 ，碰后瞬间二者的速度分别为 v_1' 和 v_2' ，根据动量守恒定律和机械能守恒定律分别得

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad ①$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \quad ②$$

联立①②解得

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 < v_1 \quad ③$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 > v_1 \quad ④$$

根据③④式可知 N 是未放小球 2 时小球 1 落点的平均位置， M 、 P 分别是小球 1 和小球 2 碰撞后二者各自落点的平均位置。因为小球下落高度相同，做平抛运动的时间相同，则碰撞前后的速度正比于水平位移，所以实验中通过仅测量小球做平抛运动的水平位移可间接得到小球碰撞前后的速度关系，即

$$v_1 = \frac{ON}{t} \propto ON \quad (5)$$

$$v_1' = \frac{OM}{t} \propto OM \quad (6)$$

$$v_2' = \frac{OP}{t} \propto OP \quad (7)$$

联立①⑤⑥⑦可得需要验证碰撞过程中动量守恒的表达式为

$$m_1 \cdot ON = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot OP$$

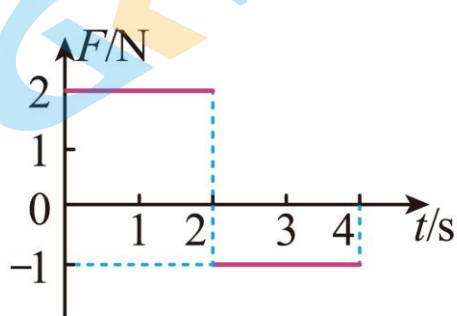
三、计算论证题（本题共4小题，共40分）解题要求：写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题，结果必须明确写出数值和单位。

18. 一个质量为2kg的物体在合力 F 的作用下，从静止开始在水平地面上做直线运动。以向东为正方向，合力 F 随时间 t 变化的图像如图甲所示。

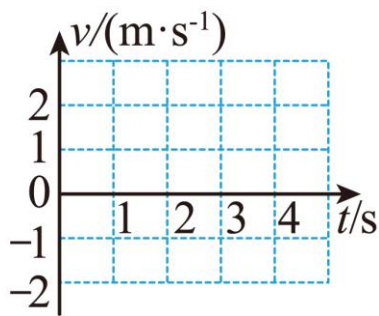
(1) 在图乙中画出前4s物体运动的 $v-t$ 图像；

(2) 求出 $t=3s$ 时物体动量的大小；

(3) 求出前4s内物体受到的冲量。

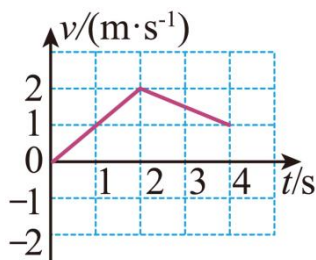


甲



乙

【答案】(1)



乙

(2) $3\text{kg} \cdot \text{m/s}$; (3) $2\text{kg} \cdot \text{m/s}$

【解析】

【详解】(1) 1~2s 物体做匀加速直线运动，由牛顿第二定律得

$$F = ma$$

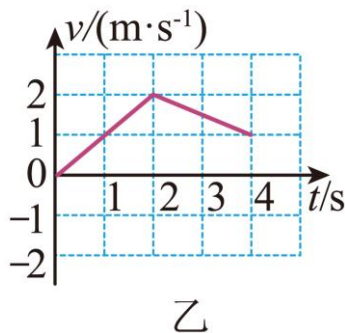
解得

$$a_1 = 1\text{m/s}^2$$

2~4s 物体做匀减速直线运动，同理可得

$$a_2 = -0.5 \text{ m/s}^2$$

前 4s 物体运动的 $v-t$ 图像为



(2) 2s 时物体的速度为

$$v_1 = a_1 t_1 = 1 \times 2 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$$

3s 时物体的速度为

$$v_2 = v_1 + a_2 t_2 = 2 \text{ m/s} - 0.5 \times 1 \text{ m/s} = 1.5 \text{ m/s}$$

可得 3s 时物体的动量大小为

$$p = mv_2 = 2 \times 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

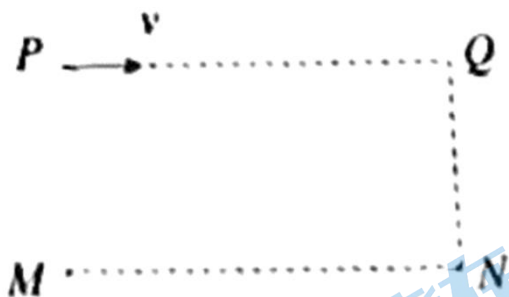
(3) 由动量定理得前 4s 内物体受到的冲量为

$$I = mv_3 - 0 = 2 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s} = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

19. 如图所示, 在矩形区域 $PQNM$ 内存在垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子在 P 点以垂直于 PM 的方向射入磁场, 并从 N 点射出。已知带电粒子质量为 m , 电荷量为 q , 入射速度为 v , 矩形区域中 PQ 的长度为 L , QN 的长度为 $\frac{L}{2}$ 。不计粒子的重力。

(1) 求粒子运动的轨道半径 r ;

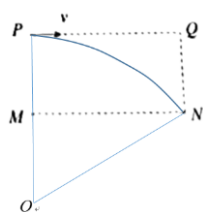
(2) 判断磁场方向, 并求磁场的磁感应强度大小。



【答案】(1) $\frac{5}{4}L$; (2) 垂直于纸面向外, $\frac{4mv}{5qL}$

【解析】

【详解】(1) 根据题意, 画出粒子的运动轨迹, 如图所示



由几何关系有

$$\left(r - \frac{L}{2}\right)^2 + L^2 = r^2$$

解得

$$r = \frac{5}{4}L$$

(2) 根据粒子的运动轨迹可知，粒子在 P 点受向下的洛伦兹力，由左手定则可知，磁场方向为垂直于纸面向外，由牛顿第二定律有

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

解得

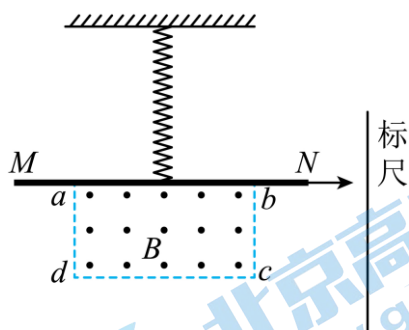
$$B = \frac{4mv}{5qL}$$

20. 某同学设计了一个测量电流的装置，原理如图所示，轻弹簧上端固定，下端悬挂一根质量为 m 的均匀细金属杆 MN ，金属杆与弹簧绝缘，金属杆的 N 端连接一绝缘轻指针，可指示右侧标尺上的读数。在金属杆 MN 下方的矩形区域 $abcd$ 内有匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直纸面向外。当金属杆 MN 中没有电流通过且处于平衡状态时，金属杆 MN 与矩形区域的 ab 边重合，指针指在标尺的零刻线。当金属杆 MN 中有电流通过时，指针示数可表示电流大小。已知金属杆 MN 的长度大于 ab ，且始终保持水平状态。弹簧的劲度系数为 k ，测量过程中弹簧始终在弹性限度内。 ab 边长为 l_1 ， bc 边长为 l_2 。重力加速度为 g 。不计金属杆中电流对磁场的影响。

(1) 要使此装置正常工作， MN 的哪一端应与电源正极相接？

(2) 通过分析说明标尺的刻度是否均匀。

(3) 若 $k = 2.0 \text{ N/m}$ ， ab 边长 $l_1 = 0.20 \text{ m}$ ， bc 边长 $l_2 = 0.05 \text{ m}$ ， $B = 0.2 \text{ T}$ 。求此装置可测电流的最大值。



【答案】(1) M 端；(2) 均匀，分析见详解；(3) 2.5 A

【解析】

【详解】(1) 根据题意，由图可知，测量电流时，金属杆受向下的安培力，由左手定则可知，金属杆 MN 中的电流由 $M \rightarrow N$ ，则 M 端与电源的正极相接。

(2) 根据题意可知, 当金属杆 MN 中没有电流通过且处于平衡状态时, 金属杆 MN 与矩形区域的 ab 边重合, 指针指在标尺的零刻线, 当电流为 I 时, 金属杆向下移动 x , 根据胡克定律 $\Delta F = k\Delta x$ 有

$$BIl_1 = kx$$

可得

$$x = \frac{BI_1}{k} \cdot I$$

即金属杆向下移动距离与电流 I 成正比, 说明刻度均匀。

(3) 根据题意可知, 当金属杆与 cd 重合时, 电流最大, 此时

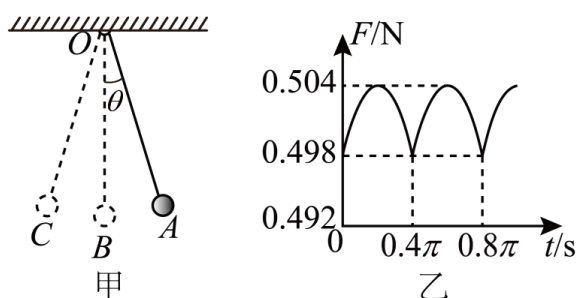
$$x = l_2$$

可得

$$I_m = \frac{kl_2}{BI_1} = 2.5A$$

21. 如图甲所示, O 点为单摆的固定悬点, 将力传感器接在摆球与 O 点之间。 $t = 0$ 时刻在 A 点释放摆球, 摆球在竖直面内的 A 、 C 之间来回摆动, 其中 B 点为运动中的最低位置。图乙为细线对摆球的拉力大小 F 随时间 t 变化的曲线。已知摆长为 $1.6m$, A 、 B 之间的最大摆角为 $\theta = 5^\circ$ (取 $\sin 5^\circ = 0.087$, $\cos 5^\circ = 0.996$)。求:

- (1) 当地的重力加速度大小;
- (2) 摆球在 A 点时回复力的大小;
- (3) 摆球运动过程中的最大动能。



【答案】 (1) $10m/s^2$; (2) $0.0435N$; (3) $0.0032J$

【解析】

【详解】 (1) 摆球在一个周期内两次经过最低点, 对应两次细线拉力达到最大值, 由图乙可知单摆的周期为

$$T = 0.8\pi s = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

解得当地的重力加速度大小为

$$g = 10m/s^2$$

(2) 摆球在 A 点时, 细线拉力大小为

$$F_{\min} = mg \cos \theta = 0.498N$$

解得

$$mg = 0.5N$$

摆球在 A 点时回复力的大小为

$$F_{\text{回}} = mg \sin \theta = 0.0435 \text{ N}$$

(3) 设摆球在 B 点时速度为 v ，根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{max}} - mg = m \frac{v^2}{L}$$

摆球运动过程中的最大动能为

$$E_{\text{km}} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} (F_{\text{max}} - mg) L = 0.0032 \text{ J}$$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜



京考一点通