مذكرة الأستاذ حسن

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

مراجعة ليلة الاختبار

الجزء الأول : الوحدة الرابعة

جداول المقارنات
(ونماذج إجاباتها)

أهم المصطلحات العلمية
(وإجاباتها)

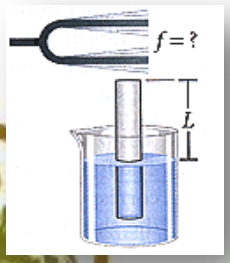
باقة من أهم التعليلات العلمية (مع الإجابات)

ملخص القوانين الرياضية
(وبياناتها)

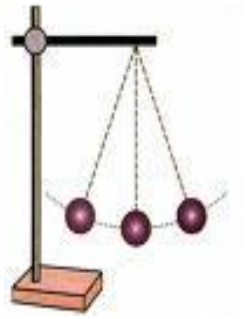
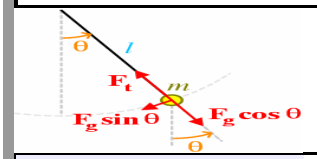
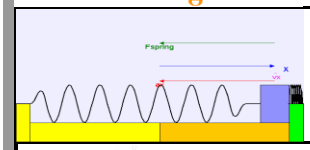
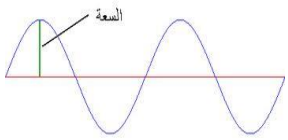
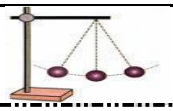
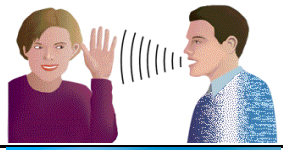
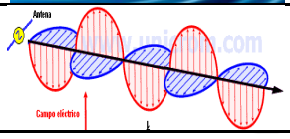
إعداد

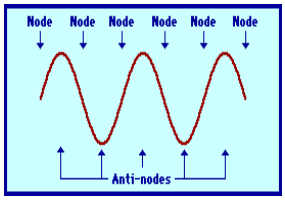
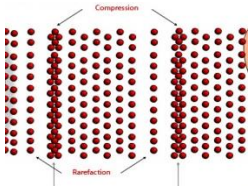
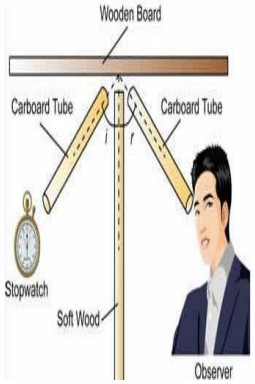
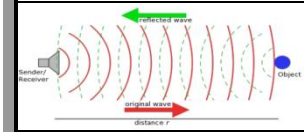
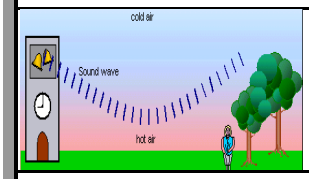
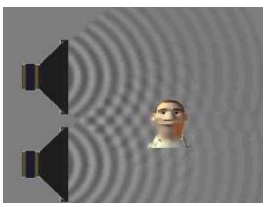
الأستاذ حسن عطية

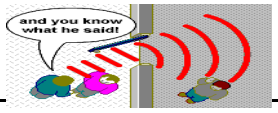
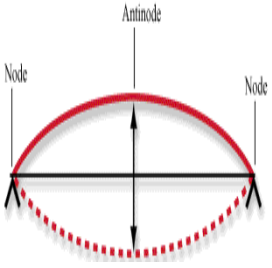
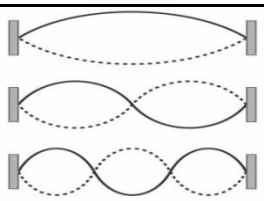
2017

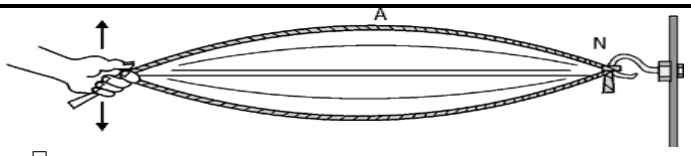


أولاً : أهم التعاريف و المصطلحات العلمية الخاصة بالموجات والصوت

م	اسم الكمية	المصطلح العلمي	رسم توضيحي
1	الموجة	اضطراب لحظي ينتقل في الحيز المحيط بمصدر الاضطراب.	
2	الحركة الدورية Periodic motion	حركة جسم تتكرر بكيفية واحدة وخلال فترات زمنية متساوية.	
3	الزمن الدوري (T)	الزمن اللازم لعمل دورة (اهتزازة/ذبذبة) واحدة كاملة.	
4	التردد (f)	عدد الاهتزازات الكاملة التي يعملها الجسم المهتز خلال وحدة الزمن (ثانية واحدة)	
5	الحركة الاهتزازية	* حركة دورية لجسم في اتجاهين متضادين حول موضع اتزانه. * الحركة التي يعملها الجسم المهتز حول موضع اتزانه في اتجاهين متضادين وخلال فترات زمنية متساوية، وتكون فيها قوة الإرجاع في اتجاه معاكس لاتجاه الإزاحة.	
6	موضع الاتزان (الاستقرار/السكون)	الموضع الذي تنعدم عنده محصلة القوى المؤثرة على الجسم المهتز.	
7	الاهتزازة الكاملة	الحركة التي يعملها الجسم المهتز عندما يمر بنقطة معينة في مسار حركته مرتين متتاليتين وفي نفس الاتجاه.	
8	قوة الإرجاع (القوة المعيدة)	قوة مساوية للقوة المؤثرة على الجسم المهتز مقداراً، وتعاكسها في الاتجاه، وتتناسب طردياً مع إزاحة الجسم المهتز.	
9	الحركة التوافقية البسيطة Simple harmonic motion	حركة اهتزازية تكون فيها قوة الإرجاع متناسبة طردياً مع إزاحة الجسم عن موضع الاستقرار وتعاكسها في الاتجاه.	
10	سعة الاهتزازة (A)	* نصف المسافة بين أبعد نقطتين يصل إليهما أثناء حركته، * تساوي أكبر قيمة لإزاحة للجسم عن موضع سكونه (اتزانه).	
11	الإزاحة (y)	بُعد الجسم المهتز في أيه لحظة عن موضع اتزانه (استقراره).	
12	السرعة الزاوية (ω)	مقدار الزاوية المركزية التي يمسحها نصف القطر في الثانية الواحدة.	
13	زاوية الطور (θ)	الإزاحة الدائرية في لحظة t = 0	
14	البندول البسيط	ثقل معلق في نهاية خيط مهمل الوزن وغير قابل للتمدد ومثبت رأسياً.	
15	الصوت	طاقة تصل إلى آذاننا على شكل موجة ميكانيكية، وتسبب الإحساس السمع. موجات طولية - ميكانيكية لا يُمكن أن تحدث إلا في وجود وسط ناقل للموجات. أي اضطراب ينتقل في الوسط نتيجة اهتزازه.	
16	الموجات المادية (الميكانيكية)	الموجات التي تحتاج إلى وسط مادي مرن لكي تنتقل، ولا تنتشر في الفراغ.	
17	الموجات الكهرومغناطيسية	الموجات التي لا تحتاج إلى وسط مادي مرن لكي تنتقل، ويمكنها الانتشار في الفراغ.	

18	الموجات المستعرضة Transverse waves	الحركة التي تهتز فيها جزيئات الوسط المرن عمودياً على اتجاه انتشار الموجة، وتتكون من قمم وقيعان متتالية.	
19	القمة	أعلى نقطة يصل إليها جزئ الوسط المرن أثناء انتشار الموجة المستعرضة.	
20	القاع	أدنى (أسفل/أخفض) نقطة يصل إليها جزئ الوسط المرن أثناء انتشار الموجة المستعرضة.	
21	الموجات الطولية Longitudinal waves	الموجات التي تهتز فيها حركة جزئيات الوسط المرن من نفس اتجاه انتشار الموجة، وتنشر على هيئة تضاغطات وتخلخلات متتالية.	
22	التضاغط	التقارب الحادث بين جزئيات الوسط المرن أثناء انتشار الموجة الطولية.	
23	التخلخل	التباعد الحادث بين جزئيات الوسط المرن أثناء انتشار الموجة الطولية.	
24	سرعة انتشار الموجة	مقدار ثابت في الوسط المرن الواحد، يساوي حاصل ضرب طول الموجة في ترددها.	$f = \frac{v}{\lambda}$
25	ظاهرة انعكاس الصوت	ظاهرة ارتداد موجات الصوت عندما تقابل سطحاً صلباً عاكساً.	
26	القانون الأول في الانعكاس	الشعاع الصوتي الساقط والشعاع الصوتي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.	
27	القانون الثاني في الانعكاس	زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس، $\{\theta_1 = \theta_2\}$.	
28	زاوية السقوط (θ_1)	الزاوية المحصورة بين اتجاه الموجة الساقطة والعمود المقام علي السطح العاكس عند نقطة السقوط.	
29	زاوية الانعكاس (θ_2)	الزاوية المحصورة بين اتجاه الموجة المنعكسة والعمود المقام علي السطح العاكس عند نقطة السقوط.	
30	صدى الصوت	تكرار سماع للصوت الأصلي نتيجة لانعكاس الموجات الصوتية.	
31	تسليط (تركيز) الصوت	ظاهرة تجميع الموجات الصوتية بعد انعكاسها عن سطح مقعر في بؤرة مما يزيد من وضوح الصوت وشدته.	
32	ظاهرة انكسار الصوت	ظاهرة تغيير مسار موجات الصوت نتيجة لانتقالها بين وسطين مختلفين في الكثافة، ويكون بسبب اختلاف سرعتي الصوت بين الوسطين، و قد تحدث هذه الظاهرة بتأثير الرياح.	
33	ظاهرة تراكب الموجات	ظاهرة تحدث عندما تلتقي موجتان أو أكثر (من نفس النوع) في نفس الوسط، بحيث تكون فيها كل منها مستقلة عن الأخرى.	
34	نقطة التراكب	نقطة التقاء موجتان أو أكثر من نفس النوع في نفس الوسط.	
35	مبدأ التراكب	بعد التقاء موجتان أو أكثر (من نفس النوع) في نفس الوسط فإن كل موجة تستعيد شكلها وتكمل بالاتجاه الذي كانت تسلكه قبل التلاقي.	
36	ظاهرة التداخل	ظاهرة تحدث نتيجة تراكب مجموعة من الموجات من نوع واحد ولها نفس التردد.	
37	التداخل البنائي	ظاهرة تحدث عند تداخل موجتان من نوع واحد ولها نفس التردد والسعة، بحيث تقوي (تدعم) كل منهما الأخرى، وتكون هذه الموجات متفقة في الطور.	
38	التداخل الهدمي	ظاهرة تحدث عند تداخل موجتان من نوع واحد ولها نفس التردد والسعة، بحيث تضعف (تلغي) كل منهما الأخرى، وتكون هذه الموجات غير متفقة في الطور.	

39	حيود الصوت	ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفادها من فتحة صغيرة (بالنسبة إلى طولها الموجي)، فتسير في اتجاهات متفرقة. 
40	الموجات الموقوفة (الساكنة)	* موجات تنشأ عن تراكب قطارين من الموجات متماثلين في التردد والسعة لكنهما يسيران في اتجاهين متعاكسين. * موجات تتكون من عُقد بينها بطون { موجات تتكون من بطون بينها عُقد }. 
41	العُقدة	موضع في الموجة الموقوفة تكون فيها النقاط ساكنة (السعة الكلية تساوي الصفر).
42	البطن	موضع في الموجة الموقوفة تكون فيها النقاط ذات سعة كبيرة (أكبر ما يمكن).
43	طول القطاع	المسافة بين أي عقدتين أو بطنين متتاليتين في الموجة الموقوفة.
44	طول الموجة الموقوفة	مثلي المسافة بين عقدتين متتاليين أو ضعف المسافة بين بطنين متتاليين.
45	النغمة الأساسية	النغمة التي يصدرها الوتر المشدود عندما يهتز بأكمله وترددها أقل تردد يمكن أن يهتز به الوتر
46	النغمات التوافقية	النغمات التي يصدرها الوتر المشدود عندما يهتز على شكل قطاعين أو أكثر. 
47	الرنين	اهتزاز جزيئات الوسط بسعة عظمى نتيجة تأثرها بمصدر يهتز بتردد يساوى أحد ترددات النغمة الأساسية أو التوافقية

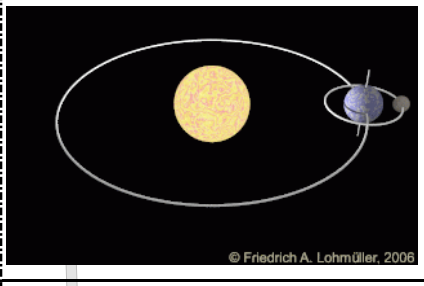
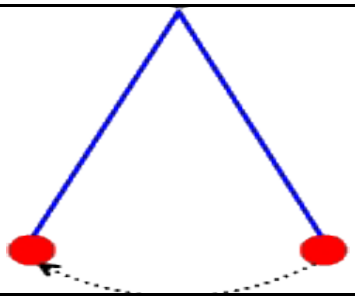
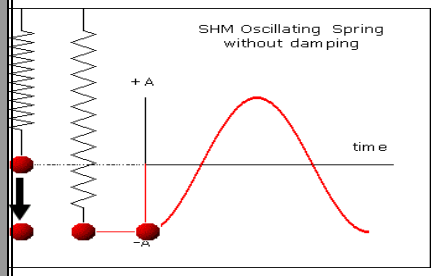


أ. حسن عطية

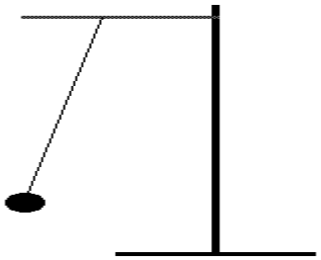
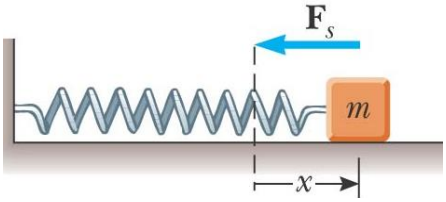
باقة من أهم جداول المقارنات

(ونماذج إجاباتـها)

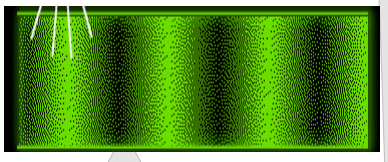
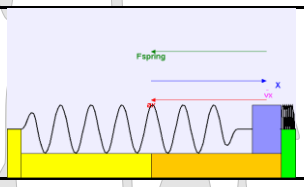
(1) قارن بين أنواع الحركات الدورية ، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة	الحركة الدورية	الحركة الاهتزازة	الحركة التوافقية البسيطة
التعريف	حركة جسم تُكرر نفسها خلال أزمنة متساوية	حركة دورية (الجسم يُكرر حركته خلال فترات زمنية متساوية) وفي اتجاهين متضادين على جانبي موضع الاستقرار	حركة اهتزازية لجسم تتناسب فيها قوة الإرجاع طردياً مع الإزاحة الحادثة للجسم وفي عكس اتجاهها (بإهمال الاحتكاك)
أهم الخواص (الخصائص)	التردد (f) : عدد الدورات الكاملة الحادثة للجسم المهتز خلال الثانية الواحدة. الزمن الدوري (T) : زمن الدورة الواحدة الكاملة	1 . السعة (A) : نصف المسافة بين أبعد نقطتين يصل إليهما الجسم المهتز أثناء حركته. أو أكبر قيمة لإزاحة للجسم المهتز عن موضع اتزانه	1 . السعة (A) 2 . التردد (f) 3 . الزمن الدوري (T) 4 . السرعة الزاوية (ω)
أهم القوانين	$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$		$Y = A.\cos(\omega.t)$ للبندول البسيط: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ للنابض المرن: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
رسم توضيحي			
أمثلة	1 . حركة البندول البسيط 2 . حركة كتلة معلقة بطرف نابض مرن. 3 . حركة الأرض حول الشمس (أو نفسها) 4 . حركة عقارب الساعة	1 . حركة البندول البسيط 2 . حركة كتلة معلقة بطرف نابض مرن.	1 . حركة البندول البسيط 2 . حركة كتلة معلقة بطرف نابض مرن.

(2) قارن بين البندول البسيط و النابض المرن ، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة		البندول البسيط	النابض المرن
رسم توضيحي			
العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب الزمن الدوري		$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
العوامل التي يتوقف عليها الزمن الدوري		1 - طول خيط البندول 2 – عجلة الجاذبية الأرضية	1 – الكتلة المعلقة 2 – ثابت النابض
ما يحدث للزمن الدوري	عند زيادة الكتلة المعلقة	لا يتغير	يزداد
	عند زيادة الطول	يزداد	لا يتغير
	عند زيادة سعة الحركة	لا يتغير	لا يتغير
ما يحدث للتردد عند زيادة الكتلة المعلقة		لا يتغير	يقل

(3) قارن بين الموجات الطولية و الموجات المستعرضة ، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة	الموجات الطولية	الموجات المستعرضة
اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط المرن بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة	يوازي (يتفق مع)	عمودي
الشكل المتكون	تضاغطات وتخلخلات متتالية	قمم وقيعان متتالية
رسم توضيحي		
أمثلة	موجات الصوت، موجات النابض المرن، ...	الموجات المائية، موجات الأوتار المشدودة، ...

(4) قارن بين التردد و الزمن الدوري لجسم مهتز ، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة	التردد	الزمن الدوري
التعريف (المصطلح)	عدد الدورات الكاملة الحادثة للجسم المهتز خلال ثانية واحدة.	زمن الدورة الواحدة الكاملة
الرمز	f	T
وحدة القياس	(Hz) هرتز (دورة/ثانية)	(s) ثانية
القانون الرياضي	$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$	$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$
العلاقة الرياضية بينهما	$f = \frac{1}{T}$	

(5) قارن بين ظاهرتي انعكاس وانكسار الصوت، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة	ظاهرة انعكاس الصوت	ظاهرة انكسار الصوت
تعريف الظاهرة	ظاهرة ارتداد موجات الصوت عندما تقابل سطحاً صلباً عاكساً.	ظاهرة تغيير مسار موجات الصوت نتيجة لانتقالها بين وسطين مختلفين في الكثافة، ويكون بسبب اختلاف سرعتي الصوت بين الوسطين، و قد تحدث هذه الظاهرة بتأثير الرياح.
أسباب حدوث الظاهرة	وجود سطح صلب أملس	1) سطح فاصل بين وسطين مختلفين الكثافة. 2) سطح فاصل بين وسطين مختلفين السرعة. 3) تأثير الرياح
تطبيقات على الظاهرة	1) صدى الصوت 2) تركيز الصوت 3) نقل الصوت في الأنابيب	سماع الأصوات الصادرة من أماكن بعيدة ليلاً، وعد سماعها نهاراً.
قوانين الظاهرة	زاوية السقوط = زاوية الانعكاس	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{sin\theta_1}{sin\theta_2}$

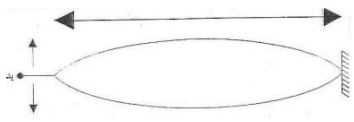
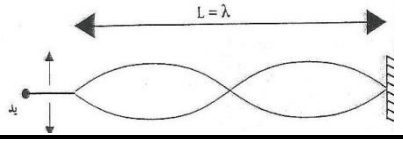
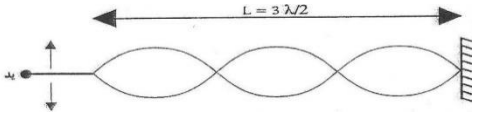
(6) قارن بين نوعي التداخل، حسب الجدول التالي :

وجه المقارنة	التداخل البنّاء	التداخل الهدّام
تحدث نتيجة التقاء	موجات من نوع واحد ولها نفس التردد والسعة ومتفقة في الطور	موجات من نوع واحد ولها نفس التردد والسعة ومتضادة في الطور
تكون سعة الاهتزازة	عظمى	منعدمة (أقل ما يمكن)
شدة الصوت	أكبر ما يمكن (تقوية الصوت)	منعدمة (أو أقل مايمكن)
شرط الحدوث	فرق المسار يساوي عدد صحيح من الطول الموجي المستخدم	فرق المسار يساوي عدد فردي من أنصاف الطول الموجي المستخدم
العلاقة الرياضية	$\Delta S = X_2 - X_1 = n \cdot \lambda$	$\Delta S = X_2 - X_1 = (\frac{2n+1}{2}) \cdot \lambda$

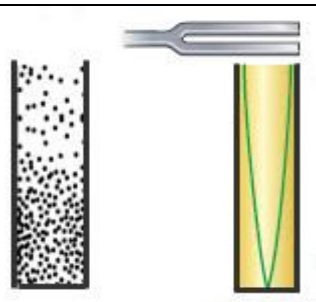
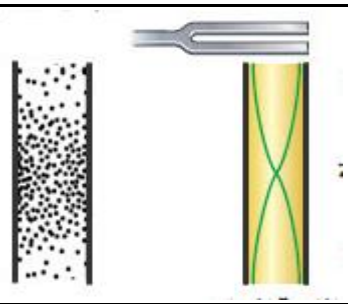
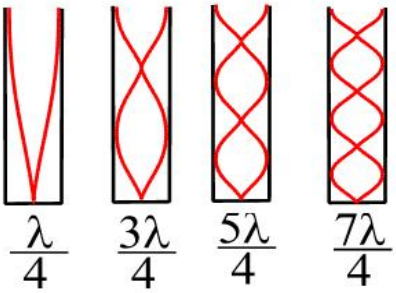
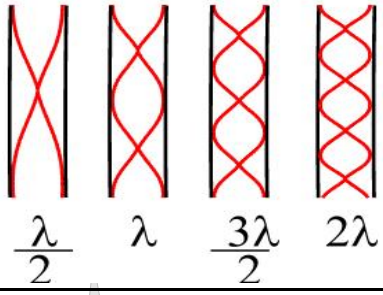
(7) قارن بين حيود الصوت و صدى الصوت ، حسب الجدول التالي :

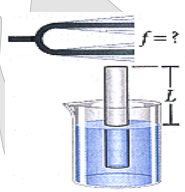
وجه المقارنة	حيود الصوت	صدى الصوت
التعريف	ظاهرة انحناء الموجات حول حافة حادة أو عند نفادها من فتحة صغيرة (بالنسبة إلى طولها الموجي)، فتسير في اتجاهات متفرقة.	تكرار سماع للصوت الأصلي نتيجة لانعكاس الموجات الصوتية.
شرط الحدوث	وجود فتحة (أقل من طول الموجة) أو الاصطدام بحافة عائق	1 – وجود سطح صلب عاكس للصوت. 2 - لا يقل البُعد بين مصدر الصوت والسطح العاكس عن (17)m.

(8) رسم توضيحي

عدد القطاعات	اسم النغمة	التردد	طول الوتر	الطول الموجي
 n = 1	النغمة الأساسية	f_o	$L = \frac{1}{2}\lambda$	$\lambda = 2L$
 n = 2	النغمة التوافقية الأولى	$f_2 = 2 f_o$	$L = \lambda$	$\lambda = L$
 n = 3	النغمة التوافقية الثانية	$f_3 = 3 f_o$	$L = \frac{3}{2}\lambda$	$\lambda = \frac{2}{3}L$

(9) مقارنة بين نوعي الاعمدة الهوائية، حسب الجدول التالي :

نوع العمود الهوائي	أنبوبة (عمود هوائي) مغلق أحد الطرفين	أنبوبة (عمود هوائي) مفتوح الطرفين
شكل توضيحي		
شرط حدوث الرنين	أن يكون طول العمود الهوائي المقفل مساوياً لربع طول موجي أو مضاعفات فردية لربع طول موجي	أن يكون طول العمود الهوائي مساوياً لنصف الطول الموجي أو مضاعفات عددية صحيحة له
أشكال توضيحية أخرى	 $\frac{\lambda}{4}$ $\frac{3\lambda}{4}$ $\frac{5\lambda}{4}$ $\frac{7\lambda}{4}$	 $\frac{\lambda}{2}$ λ $\frac{3\lambda}{2}$ 2λ
النغمة الأساسية	بطن وعقدة متتاليتين بطن عند الطرف المغلق وعقدة عند الطرف المفتوح	بطنين متتاليين بطن عند كل طرف مفتوح
تردد النغمة	$f_n = \frac{(2n+1)v}{4L} = (2n+1)f_\circ$ n = 0, 1, 2, 3, …	$f_\circ = \frac{n.v}{2L} = n.f_\circ$ n = 1, 2, 3, …
طول العمود	عدد فردي × مضاعفات ربع الطول الموجي	عدد زوجي × مضاعفات ربع الطول الموجي
المسافة بين كل رنينين متتاليين = نصف الطول الموجي		



باقة من أهم التعليلات العلمية وإجاباتها النموذجية

1) يمكن اعتبار حركة البندول البسيط حركة دورية، كما يمكن اعتبارها حركة اهتزازية.

لأن البندول البسيط يُكرر حركته باستمرار وانتظام وخلال أزمنة متتالية منتظمة لذلك تعتبر حركته حركة دورية،

وتعتبر حركته اهتزازية بسبب وجود موضع استقرار، وأنه يُكرر حركته باستمرار وانتظام على جانبي هذا الموضع، وتحت تأثير قوة إرجاع.

2) ليست كل حركة اهتزازية هي حركة توافقية بسيطة.

لأنه في الحركة التوافقية البسيطة يجب أن تتناسب قوة الإرجاع طردياً مع إزاحة الجسم وفي خط مستقيم، وهذا لا يتحقق في الحركة الاهتزازية.

3) تعتبر حركة عقارب الساعة (وكذلك دوران الأرض حول نفسها أو حول الشمس) حركة دورية.

لأن حركة عقارب الساعة (ودوران الأرض) تتكرر باستمرار وانتظام وخلال أزمنة متتالية منتظمة.

4) تعتبر حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة عندما تكون زاوية الحركة (θ) صغيرة.

لأن حركة البندول البسيط تتناسب قوة الإرجاع طردياً مع إزاحة الجسم وتعاكسها في الاتجاه وفي خط مستقيم.

5) أثناء حركة البندول البسيط وعند مرور الكتلة في موضع الاتزان (الاستقرار) فانها تتابع حركتها ولا تقف

بتأثير القصور الذاتي

6) يمكن اعتبار موجات الصوت من الموجات المادية (الميكانيكية).

لأن موجات الصوت تحتاج إلى وسط مادي لكي تنتقل، ولا يمكنها الانتشار في الفراغ.

7) يمكن اعتبار موجات الضوء من الموجات الكهرومغناطيسية.

لأن موجات الضوء لا تحتاج إلى وسط مادي لكي تنتقل، ويمكنها الانتشار في الفراغ.

8) سرعة انتشار الموجات المنعكسة عن السطح العاكس تساوي تماماً سرعة انتشار الموجات الساقطة علي السطح.

لأن الموجات الساقطة والموجات المنعكسة تنتشران في نفس الوسط، وتعتمد سرعة الانتشار على نوع الوسط وخواصه فقط.

9) لكي يُسمع صدى الصوت واضحاً يجب ألا يقل البُعد بين السطح العاكس ومصدر الصوت عن 17 (m).

لأن سرعة الصوت في الهواء تساوي 340 (m/s)، والأذن البشرية الطبيعية لا تميز بين صوتين يقل الفرق الزمني بينهما عن 0.1 (s)، وبذلك يكون البعد بين السطح العاكس ومصدر الصوت : $X = 0.5\ v.t = 0.5(340)(0.1)=17\ m$

10) يقف الإمام في الصلاة في بؤرة جدار أملس مقعر الشكل.

لكي يعكس الصوت الصادر منه وترتد إلى القاعة مما يزيد من وضوح الصوت وزيادة شدته.

11) سقف وجدران المساجد الكبيرة تكون مقعرة الشكل.

حتى يتم توزيع الصوت على كافة أنحاء المسجد بوضوح.

12) يستخدم الطبيب سماعة عند الكشف على مرضاه.

حتى يجمع الطاقة الصوتية بعد انعكاسها ونقلها باستخدام مواد ذات معاملات امتصاص صغيرة من أجل تقليل الطاقة الصوتية التي تمتصها جدران الأنابيب.

13) يحدث تغير في اتجاه مسار الموجات إذا سقطت مائلة على سطح فاصل بين وسطين مختلفين الكثافة (السرعة).

بسبب حدوث تغير في مقدار سرعة الانتشار، وبذلك ينتشر جزء من الموجة الساقطة في الوسط الأول بسرعة في حين ينتشر الجزء الأخر في الوسط الثاني بسرعة مختلفة، وبالتالي تعاني الموجة انحرافاً عن مسارها .

14) يمكن أن تحدث ظاهرة الانكسار للصوت في الهواء المحيط بسطح الأرض (نستطيع سماع صوت سيارة تسير على مسافة بعيدة عنا بوضوح في الليل اكثر من النهار) {يستطيع الأولاد سماع الصوت الصادر من السيارة في الليل من مسافة بعيدة ولا يستطيعون سماعه في النهار}.

وذلك لأن الهواء المحيط بالأرض غير متجانس الحرارة حيث أن سرعة انتشار الصوت في الهواء الساخن أكبر من سرعة انتشاره في الهواء البارد، ودرجة الحرارة قرب سطح الأرض تكون في النهار أكبر من درجة حرارة الطبقات العليا فيحدث انكسار لموجات الصوت بعيدة عن سطح الأرض والعكس يحدث بالليل

15) لا يحدث تراكب بين موجتين أحدهما ميكانيكية والأخرى كهرومغناطيسية؟

وذلك لانهما ليس من نفس النوع

16) سماع صوت شخص يفصله عنك حاجز.

بسبب ظاهرة حيود الصوت عند الحواف والفتحات الضيقة.

17) الوتر الرفيع في آلة العود يعطي صوتاً حاداً بينما الوتر السميك من نفس النوع يعطي صوتاً غليظاً رغم تاثرهما بنفس قوة الشد .

لأن كتلة وحدة الأطوال من الوتر الرفيع صغيرة، فيكون تردد الصوت الصادر منه عالٍ أي إنه صوت حاد،

18) يسد ويفتح عازف الناي بعض الثقوب الموجودة في الناي أثناء العزف عليه.

لكي يُغيّر من طول عمود الهواء المهتز، فتتغير النغمة الصادرة.

19) بعض الآلات الموسيقية الوترية تكون أوتارها من معادن مختلفة النوع.

لكي تتغير كتلة وحدة الأطوال من الوتر، فتتغير النغمة الصادرة من كل وتر. $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

20) يُغيّر عازف العود أو الكمان من مواضع أصابعه على الوتر أثناء العزف عليها.

لكي يُغيّر من طول الوتر المهتز، فتتغير النغمة الصادرة من الوتر.

21) تزداد حدة الصوت الذي يصدره وتر مشدود يهتز كلما زادت قوة الشد المؤثرة عليه.

لأن تردد الصوت الصادر عن الوتر المشدود يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لقوة الشد المؤثرة عليه.

22) طول أقصر طول عمود هوائي مغلق يحدث رنين مع شوكة رنانة يساوي ربع طول الموجة.

لأن في النغمة الأساسية يتكون عقدة عند الطرف المغلق، وبطن عند الطرف المفتوح، المسافة بينهما تساوي ربع طول موجي

23) طول أقصر عمود هوائي مفتوح يصدر رنين يساوي نصف الطول الموجي.

لأن في النغمة الأساسية يتكون بطن عند كل طرف مفتوح، المسافة بينهما تساوي نصف الطول الموجي .

تجميع قوانين الموجات والصوت

م	اسم الكمية	الرمز	الوحدة
1	التردد	f	Hz
2	عدد الاهتزازات	N	اهتزازة
	الزمن المستغرق	t	ثانية (s)
	الزمن الدوري	T	
3	السرعة الزاوية	ω	Rad/s
4	الكتلة المعلقة بالنابض	m	Kg
5	ثابت هوك للنابض	k	N/m
6	طول الخيط أو الوتر	L	m
7	الإزاحة في التوافقية	Y	m أو cm
8	سعة الحركة	A	
9	فرق المسار (التداخل)	ΔS	m أو cm
10	الطول الموجي	λ	متر (m)
11	البُعد (الصدى)	D	
12	الأستاذ / حسن عطية		
13			
14	رتبة التداخل (عدد صحيح موجب)	n	0,1,2,…
15	السرعة	V	m/s
16	كتلة وحدة الأطوال	μ	Kg/m

موضوع القانون	القانون				م
الحركة الدورية	$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$				1
النابض المرن البندول البسيط	البندول البسيط: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	النابض المرن: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$			2
الإزاحة التوافقية البسيطة	$Y = A \cdot \sin(\omega.t)$				3
سرعة انتشار الموجات	$V = \lambda \cdot f$				4
القانون الثاني للانعكاس	زاوية السقوط = زاوية الانعكاس				5
صدى الصوت	$2D = v \cdot t$				6
قانون انكسار الموجات	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$				7
التداخل البنائي	$\Delta S = X_2 - X_1 = n \cdot \lambda$				9
التداخل الهدمي	$\Delta S = X_2 - X_1 = (\frac{2n+1}{2}) \cdot \lambda$				10
الأوتار المشدودة	$f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$	سرعة انتشار الصوت في الوتر $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$			11
	$2L = n \cdot \lambda$				13
الأعمدة المغلقة	$f_n = \frac{(2n+1)v}{4L} = (2n+1)f_\circ$	n = 0, 1, 2, 3,...			14
الأعمدة المفتوحة	$f_\circ = \frac{n.v}{2L} = n.f_\circ$	n = 1, 2, 3, …			15

ملاحظات هامة	
كتلة الوتر (Kg) / طول الوتر (m)	$\mu = \frac{m}{L}$

الثوابت الفيزيائية		
النسبة الثابتة التقريبية	π	3.14
عجلة الجاذبية الأرضية	g	10 m/s^2

تحويلات هامة جداً		
أضرب في	الرمز	المقطع
$\times 10^6$	M	ميجا
$\times 10^3$	K	كيلو
$\times 10^{-2}$	c	سنتي
$\times 10^{-3}$	m	ميللي
$\times 10^{-6}$	μ	ميكرو

بالنجاح الباهر والتفوق