

الواجب المنزلي 05

قراءات مفيدة قبل حل الواجب

كتاب "فرنش": الصفحات 161-178، 189-196، كتاب "باكفي & باريت": الصفحات 165 – 178

لحل المسألة رقم 1-5 و 6-5 ستحتاج استخدام بيانو

السؤال 1-5: البيانو متوافر

لحل هذه المسألة تحتاج بيانو، معظم الأبنية الطلابية تحتوي على بيانو واحد على الأقل، ويوجد العديد منه في المركز الطلابي. توجد صورة للمفاتيح في الأسفل والتي سنشير إليها خلال نص المسألة.

ليكن 256 هرتز تساوي وحدة تردد واحدة، $v=1$. وبالتالي التوافقيات لهذه النوتة ستكون $v = 2, 3, 4, \dots$

C الأوسط على البيانو هو C256 (إذا تم دوزان البيانو بتلك الطريقة). نسميه C_4 ، حيث الرقم السفلي المرتبط بالحرف يشير إلى الجواب. حيث يزداد بمقدار 1 عند كل جواب أعلى لـ C. وبالتالي التردد الأساسي لـ C_3 (ويسمى توافقي جزئي لـ C_4) يساوي 128 هرتز حيث $(v = 1/2)$. لتجنب الالتباس، سأشير دائماً للأساسي بالتوافقي الأول. وبالتالي التوافقي الأول لـ C_3 يساوي 128 هرتز. والتوافقي الثاني يساوي 256 هرتز.

لنفترض أن أوتار البيانو مثالية، وبالتالي ترددات الوضع لوتر معطى ستحتوي على سلسلة التوافقيات $v_1, 2v_1, 3v_1, \dots$. الأسماء والترددات لأول 16 توافقي للوتر C_4 أيضاً أول توافقيان جزئيان $(v = 1/3)$ و $(v = 1/2)$ ستكون كما يلي (وضعنا خطأ تحت C_4 و الجوابات الخاصة بها):

الأسماء:	F_2	C_3	C_4	C_5	G_5	C_6	E_6	G_6	Bb_6	C_7	D_7	E_7	$F\#_7$	G_7	$G\#_7$	Bb_7	B_7	C_8
v :	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

سنبداً هذه التجربة بتحديد فيما إذا كان البيانو الذي تستخدمه مناسباً لحانة أو قاعة أوركسترا. اعزف النوتة وابدأ من C_3 وإلى الأعلى (واحد في كل مرة) واستمع للخفقان.

العديد من المفاتيح (ليس كلها) تُنشّط اثنان أو ثلاثة أوتار متجانسة بشكل متزامن. يحتوي بيانو "ستاينواي" الضخم على 216 وتر (88 مفاتيح). إذا لم تكن الأوتار الثلاثة (أو الاثنان) والتي تُركّب نوتة واحدة قد تم دوزنتها، ستسمع الخفقان.

لنفترض أنك نقرت C_5 ، وسمعت صوتاً أعظماً بعد فترة 1 ثانية.

أ- ما هو الفرق في قوة الشد بين أوتار C_5 ؟ قوة الشد في كل وتر في البيانو حوالي 250 نيوتن.

ب- ما هي القوة الكلية التقريبية على إطار البيانو الذي يحتوي جميع الأوتار؟

اضغط باستمرار على مفاتيح متنوعة (واحد في كل مرة) بحيث ينتهوا من التخاذم من دون إصدار النوتة . وبينما لا تزال تضغط على المفاتيح التي اخترتها، انقر G_5 بحدة، اضغطه لعدة ثواني ثم اتركه (لا تزال تضغط على المفاتيح الأخرى). استمع بدقة. أنت تسمع بوضوح صوتاً في حال كنت قد اخترت C_4 أو G_6 .

ت- ما هو التردد الذي تسمعه في الحالتين؟

ث- أي نوتات أخرى يمكن أن تثار بواسطة G_5 ؟ (G_5 أيضاً ينتج توافقيات مرتفعة) تحقق من توقعاتك.

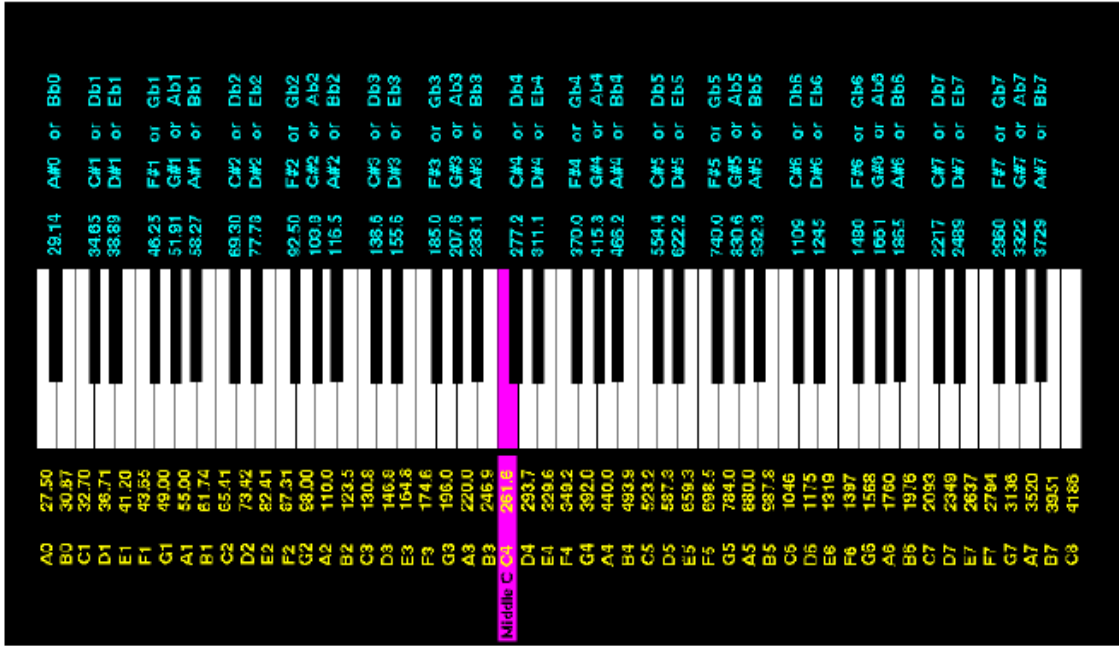
لشرح التوافقيات المرتفعة، سنجعلك تسمع التوافقي السادس لـ C_3 . اضغط على المفاتيح C_3 (لا تغلت إصبعك عنه)، انقر G_5 ، اضغطه لعدة ثواني ثم اتركه. استمع بدقة الآن للصوت الصادر عن أوتار C_3 . هذا الصوت هو التوافقي السادس لـ C_3 .

وضوحاً، إذا لم يكن البيانو مدوزناً، سيكون الصوت مختلفاً تماماً، ولكن حتى لو كان مدوزناً، ربما تلاحظ عند الاستماع بدقة أنّ صوت G_5 ليس تماماً كالتوافقي السادس لـ C_3 . يبدو أن أوتار البيانو لا تتصرف بشكل مثالي كما افترضنا في البداية.

ج- كيف يمكنك شرح ذلك؟

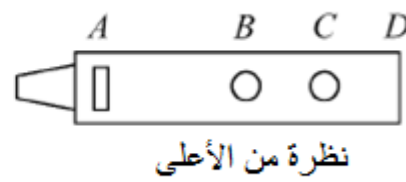
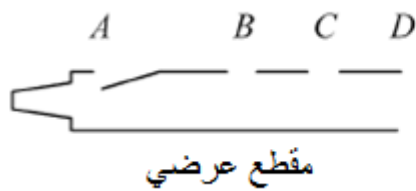
أدنى نوتتان في البيانو هما A_0 27.5 و $A\#_0$ 29.1. تردد الخفقان لهما هو 1.6 هرتز، حيث من السهل كشفه. انقر النوتتان معاً بلطف، عندما تعتقد أنك تسمع خفقان، اترك أحد المفاتيح ولكن لا تترك الآخر.

ح- هل اختلف الخفقان؟



السؤال 2-5: ثقب في آلات النفخ الموسيقية

مزمار مبسط كما هو في الشكل، مفتوح عند D. هناك أيضاً فتحة كبيرة عند A (بالقرب من قطعة الفم) و هناك ثقبان عند B و C. $[AB = BD, BC = CD]$. طول AD تقريباً 37 سم. سرعة الصوت حوالي 240 متر/ثانية. ما هو التردد الذي تتوقع أنك ستسمعه عندما تنفخ في المزمار وعندما:



أ- تغلق كلا الثقبين B و C؟

ب- تغلق فقط الثقب C؟

ت- تغلق فقط الثقب B؟

ث- عندما لا تغلق أي من الثقبين B أو C؟

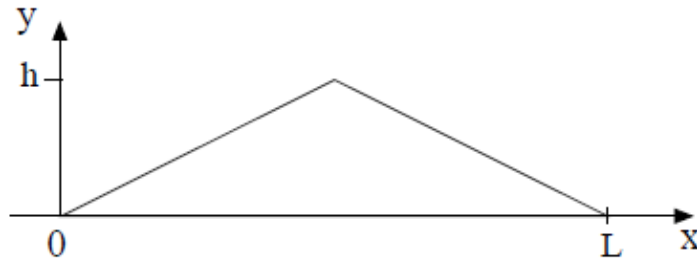
ضع في ذهنك أنه حيثما يوجد الهواء داخل المزمار المفتوح سيكون متصلاً بالهواء الخارجي، وبالتالي لن يكون هناك تراكم للضغط (عقد ضغط). الآن اقرأ الصفحتين 204 و 205 من كتاب "الأبواق، الأسلاك والتوافق" للكاتب "بيناد"، ثم أعد ترتيب إجابات. إذا كنت تعزف على أي آلة نفخية، ننصحك بشدة بقراءة الفصل IX من كتاب "الأبواق، الأسلاك والتوافق" للكاتب "بيناد". إنه ممتع جداً

السؤال 3-5: سلك معكوف

قم بحل المسألة 6 - 12 من كتاب "فرنش"

A. P. *Vibrations and Waves*. New York, N.Y.: W. W. Norton and Company, January 1, 1971. ISBN: 0393099369

سلك طوله L مثبت من الجانبين وقوة الشد عليه T ، نسحبه من المنتصف مسافة h ثم نتركه. يوضح الشكل التالي شكل السلك:



أ- ما هي طاقة الاهتزازات المتلاحقة؟

ب- كم مرة سيظهر الشكل الموضح أدناه من جديد؟

افتراض أن قوة الشد لا تتغير بزيادة الطول قليلاً نتيجة الإزاحة العرضية.

تلميح: في الجزء (أ)، خذ بعين الاعتبار العمل المبذول ضد قوة الشد والتي أعطت السلك شكله الابتدائي.

السؤال 4-5: تحليل "فورييه"

- أ- أوجد سلسلة "فورييه" للدالة الموضحة في الشكل الموجود في المسألة 3-5.
- ب- إذا حررنا السلك عند اللحظة $t=0$. كيف سيبدو شكل السلك $(f(x,t))$ عند اللحظة t ؟
- ت- ارسم شكل السلك عند $t = T_1/8, T_1/4, T_1/2$. حيث T_1 هو دور التردد الأصغر (التوافقي الأول). باستخدام برنامج الماتلاب (بالرغم أنه غير مطلوب) يمكنك القيام بعمل عظيم.

السؤال 5-5: سلسلة "فورييه"

قم بحل المسألة 6 - 14 من كتاب "فرنش"

A. P. *Vibrations and Waves*. New York, N.Y.: W. W. Norton and Company, January 1, 1971. ISBN: 0393099369

أوجد سلاسل "فورييه" للدالات التالية $(0 \leq x \leq L)$:

(a) $y(x) = Ax(L - x)$.

(b) $y(x) = A \sin(\pi x/L)$.

(c) $y(x) = \begin{cases} A \sin(2\pi x/L) & (0 \leq x \leq L/2) \\ 0 & (L/2 \leq x \leq L) \end{cases}$

السؤال 5-6: البيانو يمكنه يرد عليك عندما تكلمه

قم بزيارة البيانو مرة أخرى (لا يجب أن يكون مدورناً). افتح الغطاء وبالتالي يمكنك رؤية الأوتار. اضغط باستمرار على دعسة المثبط. اصرخ "هيببيبي" (استمر في ذلك لعدة ثواني) في منطقة الأوتار ولوح المصوت. إذا كان البيانو ضخماً، سيكون ذلك رائعاً! اصرخ "أووووو". جرب كل الحروف الصوتية. أوتار البيانو تستجيب لصوتك. إنها نوع من "تحليل" فورييه للصوت. تنتج الأوتار صوتك لعدة ثواني.

- أ- اشرح كيف يمكن تفسير تلك العملية الرائعة لتحليل "فورييه". لماذا ليس من الضروري أن يكون البيانو مدورناً؟

كل المركبات (مع الترددات $\omega_1, 2\omega_1, \dots, n\omega_1$) في تحليل "فورييه" حقيقي، إمّا داخل الطور أو خارج الطور. على أي حال، إنك لن تنجح في جعل كل أوتار البيانو التي تشارك في تحليل صوتك تهتز داخل الطور (أو خارج الطور).

ب- لماذا لا؟ أعطي إجابة كميّة.

ت- على الرغم من الغياب الكامل لعلاقات الطور، نحن نسمع بوضوح البيانو يصدر صوتنا. ماذا تستنتج من ذلك حول أهمية الأطوار النسبية -لمركبات "فورييه" التي تتركب الصوت- لأذنك ودماعك؟ كما يبدو، الطور غير مهم.

ث- كيف يمكنك شرح ذلك؟

