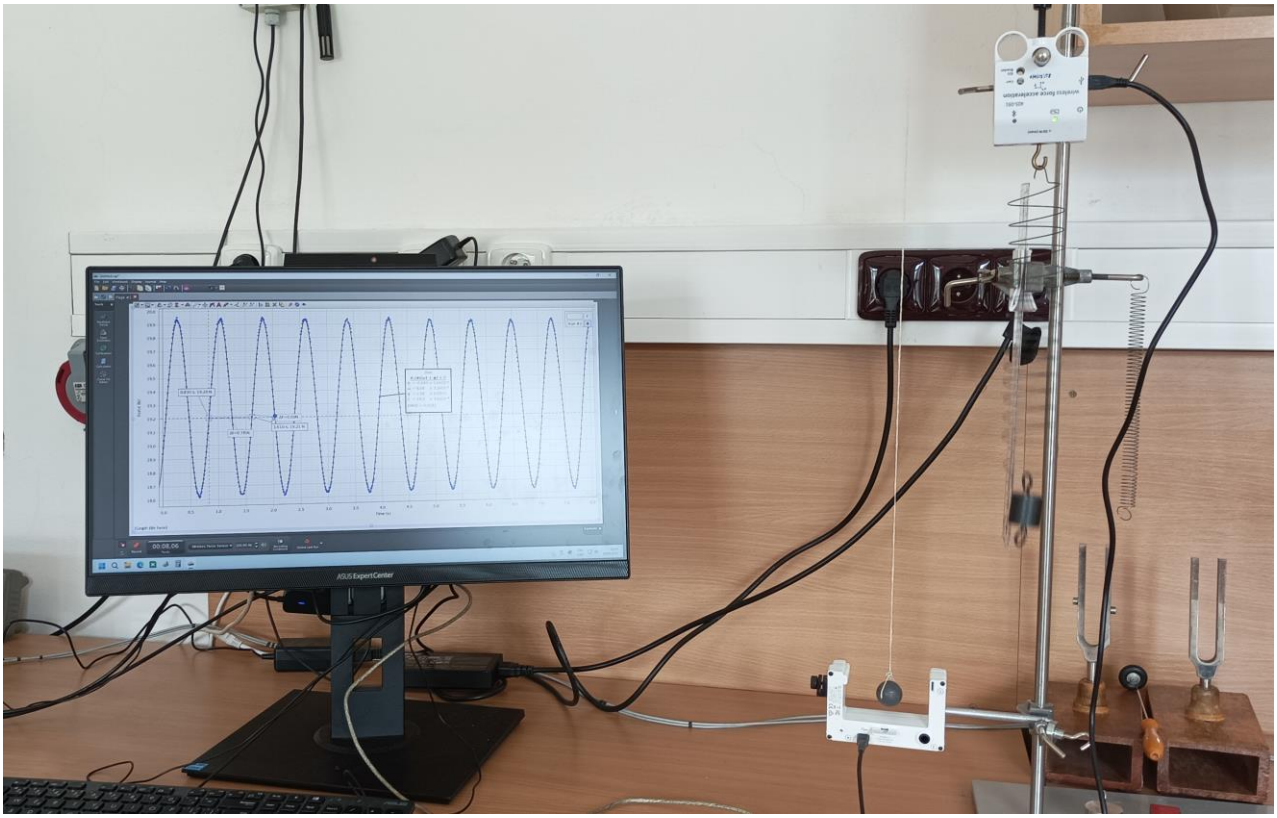
Cílem úlohy je ověřit, že těleso na pružině kmitá s harmonickou časovou závislostí, a prověřit vztah pro dobu kmitu tohoto oscilátoru.

Měřicí systém Pasco

K měření časového vývoje síly pružiny budeme používat digitální siloměr firmy Pasco. Toto čidlo připojíme přes USB port k počítači. K nastavení čidla a k zobrazení a zpracování dat použijeme program *Pasco Capstone*.



Obrázek 2: Siloměr Pasco (vpravo nahoře) s kmitajicím závažím na pružině. Na displeji software Pasco Capstone s ukázkou záznamu dat.

Program umožňuje odečet konkrétních hodnot z grafu. Umí též aproximovat závislost harmonickou funkcí a určit přímo úhlovou frekvenci kmitání.

Měřicích čidel užitečných pro přírodovědné obory je k dispozici celá řada, mezi nejběžnější patří modul voltmetr, ampérmetr, siloměr, teploměr, tlakoměr, ultrazvukový sonar, optická závora, mikrofon, měřič srdečního tlaku, modul EKG atd.

Harmonický oscilátor (těleso na pružině)

Zanedbáme-li odpor prostředí, díky lineární závislosti síly pružiny na jejím protažení

$$F = -k \cdot y$$

závaží o hmotnosti m zavěšené na pružině o tuhosti k, uvolněné v čase $t = 0$ z maximální výchylky, kmitá podle vztahu

$$y(t) = A\cos(\omega t),$$

kde y je výchylka, A je amplituda (maximální výchylka) a ω je úhlová frekvence rovná

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\,.$$

Perioda kmitání (doba jednoho kmitu) je potom

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

K ověření výše uvedené teorie použijeme měřicí systém Pasco.

Úkoly

1. Vyberte si vhodné závaží a pružinu tak, aby pružina závaží unesla a těleso pěkně kmitalo.
2. Na digitálních vahách si závaží zvažte, získaný údaj, tj. hmotnost m, si poznamenejte.
3. Na modul siloměr zavěste přes pružinu závaží. Změřte délkovým měřidlem prodloužení pružiny Δy a ze silové rovnováhy $mg = k\Delta y$ dopočítejte tuhost pružiny k.
4. Ze znalosti hmotnosti m a tuhosti pružiny k dopočítejte očekávanou periodu T.
5. K počítači připojte siloměr, nastavte rychlost opakování měření, tj. vzorkovací frekvenci, na 100 Hz (dole). Oscilátor rozkmitejte a spusťte měření (*Record*). Počkejte přes deset period a záznam zastavte.
6. Po skončení záznamu si na displeji záznam podle potřeby zvětšete (tlačítko úplně vlevo v grafu nebo skrolováním nad osami). Jaký je časový průběh síly, kterou pružina působí na siloměr? Proč to obvykle nebude přímo funkce kosinus? Co z toho plyne pro časový průběh výchylky?
7. Pomocí kurzoru v grafu (tlačítko , ideálně ve variantě Δ) odečtěte na vodorovné (časové) ose „vzdálenost“ deseti period. Určete periodu kmitání a porovnejte ji s očekáváním.
8. V grafu zapněte proklad funkcí sinus (tlačítko a zvolit *Sine*). Odpovídá programem určená úhlová frekvence ω vámi naměřené periodě T? Tento přístup poskytuje elegantní a přesné určení parametrů harmonické funkce a je ve vědecké praxi výrazně preferovaný.

Další experimenty

Budete-li mít čas, můžete si vyzkoušet další experimenty jako záznam zvuku jedné ladičky, dvou ladiček o různých frekvencích, snímač srdečního tlaku atd.