

Celorepubliková síť Laborky.cz při Gymnáziu v Slaném

CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_010/0000540

METODICKÝ LIST 13

Co unese vejce?



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

GVB
GYMNÁZIUM VÁCLAVA BENEŠE TŘEBÍZSKÉHO



Pomůcky

10 vajec v platu, nůžky, deska, závaží

Úvod

Dnes se budeme zabývat dalším z vynálezů, které člověk okopíroval z přírody. Tentokrát se bude jednat o vynález z oblasti architektury. Na úvodní pokus potřebuji jednoho siláka.

Dobrovolníkovi vložte do dlaně vejce a požádejte ho, aby jej rozmáčkl. Nesmí ale použít špičky prstů. Vyvíjet tlak na skořápku může jen plochou dlaně a prstů. Velmi pravděpodobně se rozdrtit vejce dobrovolníkovi nepodaří. Položte žákům otázku:

Co unese vejce?

Nechte žáky vymýšlet různé odpovědi a zaznamenejte si je. Po provedení hlavního pokusu se k nim můžete vrátit a debatovat o nich. Zeptejte se dětí také proč si myslí, že vejce dobrovolník nerozmáčkl. Vymyslete spolu s žáky další otázky s odpověďmi a pak se vrhněte do jejich otestování.

Praktické cvičení

1. Z plata vajec ustříhnete 4 špičky jednotlivých komůrek. Budou nám sloužit jako stojánky na vajíčka pro hlavní pokus.
2. Stojánky umístěte do čtverce na lavici a do stojánků umístěte 4 zhruba stejně velká vajíčka. Je důležité, aby vejce skutečně stabilně stála špičkou dolů.
3. Na vejce umístěte hladkou desku. Ujistěte se, že vše stabilně stojí.
4. Na desku postupně umísťujte závaží. Když vejce prasknou, spočítejte hmotnost závaží a debatujte s žáky o výsledku. Zhodnoťte také jejich předchozí očekávání.



Vysvětlení

Skořápka vejce má z fyzikálního pohledu ideální architekturu. Síla, která je na skořápku vyvíjena je rozkládána po oblouku směrem dál od místa působení a poslední část oblouku sílu přenáší do podložky. V podstatě lze jen těžko vymyslet dokonalejší model, který by odolával stejné síle. Příroda byla v případě ptáků nucena vymyslet obal, který vydrží bez problémů drobné nárazy při pádu i sílu, kterou působí samice ptáka na vejce, když ho zahřívá. Zároveň však obal zárodku musí být lehký a rozbitelný zevnitř pro klubající se mláďata. Obě tyto podmínky skořápka splňuje. Není divu, že vejce bylo pravděpodobně předlohou vynálezu obloukových mostů a nosníků kostelů.

Nejen, že vejce má dokonalý tvar pro rozložení působících sil, navíc je důmyslně vymyšleno i pro případ prasknutí. Celý povrch skořápky protkává mnoho mikroskopických pórů. V průměru byste jich na jednom vajíčku našli 12 000. Tyto póry umožňují výměnu dýchacích plynů se zárodkem a zároveň zabraňují šíření mikrotrhlin ve skořápce. Nic se ale nemá přehánět. Vajíčka s větším počtem pórů jsou křehčí a unesou naopak menší zatížení.

Většina vajec vydrží zatížení 20kg a vyšší v případě postavení na špičku a 40kg v případě položení na bok.



Další náměty:

Uvádíme deset rozšiřujících námětů. Mnohé z nich napadnou i Vaše žáky. Zkuste se jich zeptat.

1. K čemu mají vajíčka mikroskopické póry?
2. Jak vlastně skořápka vzniká?
3. Unese skořápka stejné zatížení, i když nebude obsahovat vnitřek?
4. Jak poznat vařené a syrové vajíčko bez rozbití?
5. Jak poznat stáří vejce?
6. Lze oloupat syrové vajíčko?
7. Co je to žloutek, bílek a jak vypadá vnitřek vejce?
8. Lze si postavit model skořápky, který by unesl podobná zatížení?
9. Kolik vajec unese člověka?
10. Mají všichni ptáci stejně pevné skořápky?

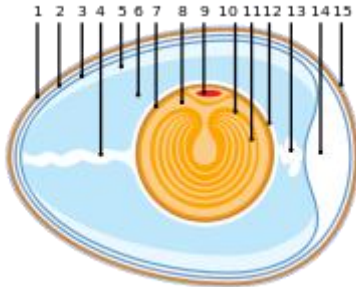
Vysvětlení k dalším námětům:

1. Vejce slepic má zhruba 12 – 17 000 mikroskopických pórů ve skořápce. Otvory mají průměr okolo 50 μm a nejvíce jich je na tupém konci vejce. Slouží k výměně plynů, především kyslíku, oxidu uhličitého a vodní páry mezi vejcem a okolím. K výměně plynů dochází pasivní difúzí. Občas přes tyto póry pronikají do vajíčka bakterie.
2. Skořápka vajec se vytváří už v těle slepice. Přesněji v děloze a jejím okolí. Celá skořápka se skládá z pěti vrstev, které se postupně na vajíčko nabalují cestou pohlavním traktem. Základem vzniku skořápky je namočení vajíčka do roztoku uhličitane vápenatého a dalších organických sloučenin. Toto namočení probíhá v děloze. Na vajíčku pak vzniknou krystaly, které jsou pak rychle obklopeny všemi složkami skořápky.
3. Podle všech fyzikálních pouček ano. Ověřte to! Vejce postavte špičkou na stůl, přiložte k němu fix a otáčejte podél podélné osy. Nakreslíte si tak prostředek vejce. Na tupé špičce vajíčko rozklepněte a vylijte vnitřní obsah. Vezměte malý pilník a jeho hranou vybruste v místě čáry zářez. Pak oloupejte skořápku až k zářezu a máte připraven pokusný objekt (polovina skořápky bez obsahu). Můžete testovat.
4. Stačí je roztočit na podložce. Vařené vejce se bude točit daleko ochotněji než syrové. Je to dáno tím, že tekutý obsah se u syrového vejce bude vevnitř přelévat a bránit momentu roztočení. Bude déle trvat, než se roztáčecí moment přenesení ze skořápky i na obsah vajíčka.
5. Stačí je ponořit do nádoby s vodou. V případě, že je vejce čerstvé, zůstane ležet na boku. V případě, že je zhruba měsíc staré bude stát na špičce. Polohy mezi těmito dvěma stavy pak zhruba určují stáří vejce. Velký vliv na stáří nebude mít jen čas samotný, ale i způsob skladování. Zkažená vejce vyplavou k hladině.
6. Lze malým trikem. Stačí vejce na několik dnů ponořit do octa. Kyselina octová bude reagovat s uhličitane vápenatým a na skořápce se začnou vytvářet bublinky oxidu uhličitého.



Za dva dny bude vajíčko zcela zbavené skořápky.

7. Žloutek je největší známá biologická buňka. Měří zhruba 4 cm a slouží jako zásobárna živin pro vývoj zárodku. Bílek je především zásobárna vody a antibakteriální ochrana zárodku. Na vnitřek vajíčka se můžete podívat, zbavíte-li vejce skořápky (viz bod 6.) a prosvítíte-li vejce světlem.



1. skořápka
2. vnější papírová blána
3. vnitřní papírová blána
4. poutko
5. vnější řídký bílek
6. hustý bílek
7. žloutková blána
8. výživný žloutek
9. zárodečný terčik (tvořivý žloutek + zárodek)
10. tmavý (žlutý) žloutek
11. světlý žloutek
12. vnitřní řídký bílek
13. poutko
14. vzduchová komůrka
15. kutikula

Zdroj:cs.wikipedia.org

8. Určitě lze. Nejlepší je využít oblouk známý ze stavebnictví. Postavte si jej třeba z kamenů.

<https://www.youtube.com/watch?v=Z3xsP9GzbkY>

9. Teoreticky čtyři. Prakticky jsme zkoušeli pokus s platem vajec, který na druhý pokus vyšel. Problémem je rovnoměrné zatížení všech vajec najednou.
10. Určitě ne. Vidět je to jen z pouhé tloušťky skořápky, která je u pštrosa 2 mm, slepice 0,4 mm a kolibříka 0,04 mm.