



Zastosowanie promieniotwórczości

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Zastosowanie promieniotwórczości

Promieniowanie rentgenowskie jest wykorzystywane do uzyskiwania zdjęć, które pozwalają m.in. na diagnostykę złamań kości i chorób płuc oraz do rentgenowskiej tomografii komputerowej.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Czy wiesz, że Maria Skłodowska-Curie wprowadziła do nauki międzynarodowe słowo „radioaktywność”, jak również polskie „promieniotwórczość” (początkowo używała terminu „promieniowalność”)? To właśnie nasza rodaczka jest jednym z twórców radiologii medycznej, czyli leczenia promieniowaniem jonizującym. Pod tym pojęciem należy rozumieć zarówno promieniowanie towarzyszące przemianom jądrowym, jak i promieniowanie rentgenowskie. Zastanów się, w jakich jeszcze dziedzinach życia promieniotwórczość znajduje zastosowanie?



Maria Skłodowska-Curie – polska fizyczka i chemiczka, dwukrotna laureatka Nagrody Nobla

Źródło: Henri Manuel, domena publiczna.

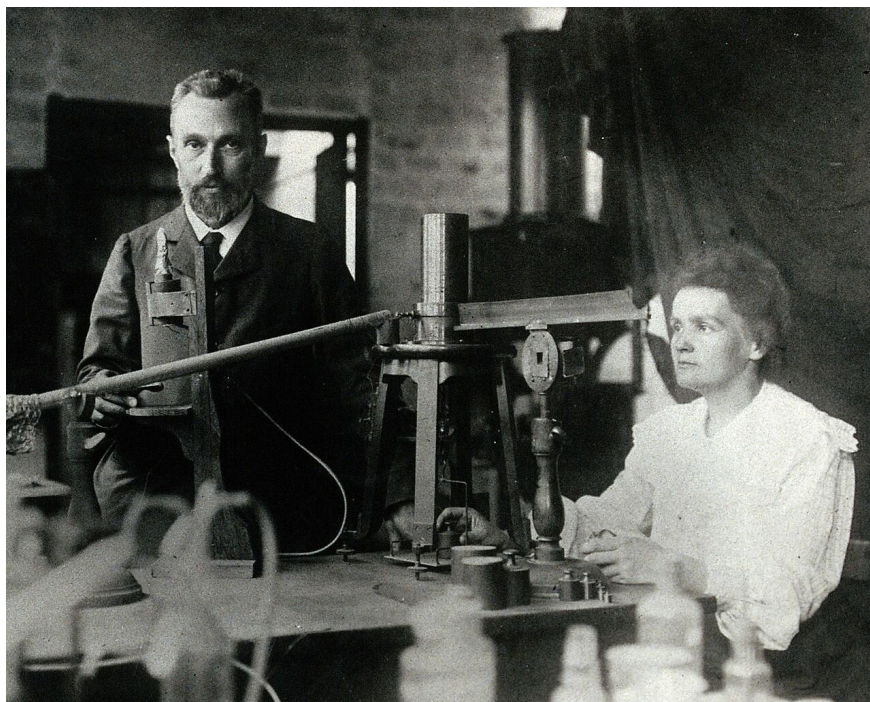
- Dokonasz analizy korzyści i zagrożeń, jakie niesie promieniotwórczość.
- Wymienisz noblistów w dziedzinie promieniotwórczości.
- Wskażesz zastosowanie izotopów promieniotwórczych.

Przeczytaj

W atmosferze, glebie, wodach i w skorupie ziemskiej występuje ponad sto różnego rodzaju radioizotopów. Są one źródłem promieniowania, zwanego promieniotwórczością naturalną.

Naturalne izotopy promieniotwórcze znalazły zastosowanie praktyczne w medycynie. „W jednym z doświadczeń Piotr Curie położył sobie na ramieniu preparat, względnie słabo promieniotwórczy, i przetrzymywał 10 godzin. Zaczerwienienie ukazało się prawie natychmiast; nieco później powstała rana, która goiła się cztery miesiące” (fragment pracy doktorskiej M. Skłodowskiej-Curie, *Badanie ciał radioaktywnych*). Podobne obserwacje spowodowały podjęcie badań nad wpływem promieniowania na organizmy żywe.

Najwcześniej do niszczenia komórek nowotworowych zaczęto wykorzystywać rad. W Polsce od 1932 roku, gdy Maria Skłodowska-Curie podarowała ojczyźnie jeden gram tego pierwiastka. Tak powstał Instytut Radowy, obecnie znany jako Instytut Onkologii w Warszawie (ul. Wawelska). Miligramowe ilości soli radu, zamknięte w szczelnych aplikatorach, umieszcza się w chorych tkankach, gdzie napromieniowane komórki ulegają zniszczeniu. W tej chwili rad jest już zastępowany sztucznymi radioizotopami, np. cezem-137.



Maria Skłodowska-Curie z mężem w laboratorium

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Niektóre, bardzo długo żyjące pierwiastki promieniotwórcze, np. ^{235}U , ^{238}U , ^{87}Rb , mogą służyć do wyznaczania wieku skał, w których były zawarte.

Jedną z metod, która umożliwia ustalenie wieku znalezisk archeologicznych, jest datowanie radiowęglowe, opracowane przez Willarda Libbiego, za które zresztą otrzymał Nagrodę Nobla. Określenie daty materiałów pochodzenia organicznego możliwe jest na podstawie ilości zawartego w nich izotopu węgla ^{14}C (alternatywny zapis: C – 14). Stężenie węgla ^{12}C i ^{14}C w organizmach żywych jest stałe i wynika ze składu izotopowego węgla. Jednak po śmierci stężenie ^{14}C w tkankach ulega zmniejszeniu na skutek rozpadu promieniotwórczego. Wiek przedmiotu organicznego można więc określić na podstawie oszacowanego stężenia początkowego ^{14}C względem izotopu ^{12}C oraz ilości ^{14}C w czasie teraźniejszym.

Innym radionuklidem, służącym do oznaczania wieku próbek, zwłaszcza wód, jest izotop wodoru ^3H tryt.

Ważnym zastosowaniem izotopów promieniotwórczych jest ich wykorzystanie do pozyskiwania energii elektrycznej w atomowych elektrowniach jądrowych. W 1939 roku odkryto, że ^{235}U w warunkach naturalnych rozpada się powoli, jednak pod

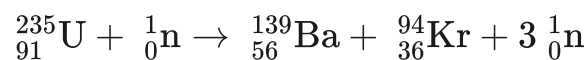
wpływem uderzenia neutronami, rozpad jąder jego atomów zachodzi szybciej z wydzieleniem dużej ilości energii.



Elektrownia jądrowa wytwarza energię elektryczną poprzez wykorzystanie energii, pochodzącej z rozszczepienia jąder atomów – najczęściej uranu.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Na przykład:



Powstające trzy wolne neutrony powodują rozszczepienie trzech kolejnych jąder ${}^{235}\text{U}$. W ten sposób reakcja łańcuchowa przebiega dalej.

Problemem związanym z pracą elektrowni jądrowej są powstające odpady. Zawierają promieniotwórcze izotopy, które – zamknięte w stalowych lub miedzianych pojemnikach – umieszcza się głęboko pod ziemią na tysiące lat. Alternatywą tego jest recykling odpadów, dzięki czemu można odzyskać część niezaużytych materiałów promieniotwórczych i wykorzystać je



Utylizacja i składowanie odpadów promieniotwórczych jest obecnie

powtórnie w postaci paliwa. Jednak pozostałości po tym procesie nadal trzeba składować.

najważniejszym problemem energetyki jądrowej.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Sztuczne izotopy promieniotwórcze znalazły zastosowanie w technice, np. do badania szczelności rurociągów (izotop ^{44}Na) oraz wykrywania wad konstrukcyjnych – głównie w budownictwie, lotnictwie i motoryzacji (^{75}Se , ^{192}Ir).

Sztuczne izotopy promieniotwórcze ^{241}Am lub ^{241}Pu do dziś są stosowane w czujnikach dymu (ostatnio stopniowo wycofywane z użycia ze względu na pojawienie się prostszych metod wykrywania dymu). Zasada działania opiera się na zakłóceniu przez dym emisji promieniowania izotopu, co uruchamia alarm w instalacjach przeciwpożarowych.



Czujnik dymu

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Promieniowanie α , wykorzystywane w czujnikach, ma krótki zasięg – do kilku cm w powietrzu – dzięki czemu nie wydostaje się poza czujnik. Dodatkowo sama obudowa wystarcza do całkowitej absorpcji promieniowania α .

W nauce izotopy promieniotwórcze znalazły szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach: biologii, medycynie, agrotechniki, archeologii i naukach o Ziemi, a także przy wytwarzaniu nowych lekarstw, badaniach rolniczych, tworzeniu i rozwoju odmian roślin odpornych na choroby, produkcji nawozów. Niewielkie ilości materiałów promieniotwórczych służą do obserwacji ruchów zanieczyszczeń w środowisku. Na podstawie zawartości odpowiednich naturalnych radionuklidów w skałach, określa się wiek skał i bada dryf kontynentalny.

Przykłady zastosowania niektórych izotopów promieniotwórczych

Słownik

chemia jądrowa

dział chemii poświęcony badaniom własności przemian chemicznych i jądrowych nuklidów oraz ich zastosowaniom

chemia radiacyjna

dział chemii, który zajmuje się procesami zachodzącymi w materii, pod wpływem promieniowania jonizującego, i ich efektami chemicznymi

promieniotwórczość

radioaktywność; zdolność jąder atomowych do rozpadu, który najczęściej związany jest z emisją znacznej ilości energii w postaci cząstek α (alfa), cząstek β (beta) oraz promieniowania γ (gamma)

radiochemia

dział chemii jądrowej swoim zakresem obejmuje m.in. chemię naturalnych i sztucznych pierwiastków promieniotwórczych, metody syntezy związków znakowanych i wykorzystania wskaźników promieniotwórczych do badania struktury związków chemicznych, mechanizmów reakcji chemicznych, procesów fizykochemicznych (np. zjawisk powierzchniowych) oraz metody wydzielania i badania produktów reakcji jądrowych

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2004.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej. Tom 1 i 2*, Warszawa 2010.

Czerwiński A., *Energia jądrowa i promieniotwórczość*, Warszawa 1998.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jeziorna M., Kańska M., *Chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego, technikum*, Warszawa 2004.

Dobrzyński L., Droste E., Wołkiewicz R., Adamowski Ł., Trojanowski W., *Spotkanie z promieniotwórczością*, Otwock 2010.

Encyklopedia PWN

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J., Sułkowski W., *Chemia 1. Podręcznik i zbiór zadań w jednym*, Warszawa 2003.

Krygowski T.M., *Chemia – słownik szkolny*, Warszawa 2004.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1*, Warszawa 2013.

Wacławek W., Wacławek M., *110 europejskich twórców chemii*, Opole 2002.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z poniższym filmem samouczkiem, a następnie podaj przykłady współczesnego zastosowania promieniotwórczości.

Trwa wczytywanie danych ..



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RC6s7W2pb7UUQ>

Film samouczek pt. „Zastosowanie promieniotwórczości”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału

Ćwiczenie 1

Przyporządkuj dane zastosowanie promieniotwórczości do odpowiedniej kategorii.




Ćwiczenie 2

Zaznacz poprawną odpowiedź.

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij wpływ promieniotwórczości na rozwój energetyki jądrowej na świecie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przeprowadź sondę – zapytaj 10 osób, z czym kojarzy im się pojęcie izotopów promieniotwórczych oraz czy wiedzą, jakie są ich źródła i zastosowania. Uzpełnij dziennik.

Tytuł dziennika

Data przeprowadzenia sondy: DD-MM-RRRF

Pytania:

Hipoteza:

Wyniki:

Wnioski:

Weryfikacja hipotezy:

Numer	Liczba poprawnych odpowiedzi
1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>

Numer	Liczba poprawnych odpowiedzi
10	<input type="text"/>

Ćwiczenie 2



Pomyśl, dlaczego w Polsce nie udało się wybudować elektrowni jądrowej, a we Francji liczba jądrowych reaktorów energetycznych przekracza 50. Wyszukaj teksty naukowe oraz artykuły prasowe, poświęcone dyskusji na temat budowy w Polsce elektrowni jądrowej. Zacytuj argumenty opowiadające się „za” oraz „przeciw” istnieniu w naszym kraju elektrowni, a następnie je oceń.

Argumenty za:

Argumenty przeciw:

Ćwiczenie 3



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

Chemia jądrowa

dział chemii jądrowej, który obejmuje m.in. metody wydzielania i badania produktów reakcji jądrowych.

Radiochemia

zdolność jąder atomowych do rozpadu, związana z emisją cząstek alfa, beta i gamma.

Chemia radiacyjna

dział chemii, który zajmuje się procesami zachodzącymi w materii, pod wpływem promieniowania jonizującego, oraz ich efektami chemicznymi.

Promieniotwórczość

dział chemii poświęcony badaniom własności przemian chemicznych i jądrowych nuklidów oraz ich zastosowania.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij odpowiednio, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Określenie daty materiałów pochodzenia organicznego możliwe jest na podstawie ilości zawartego w nich izotopu węgla-14.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaliforn-252 znalazł zastosowanie w wykrywaniu materiałów wybuchowych w bagażu pasażerów linii lotniczych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wapń-47 stosuje się jako paliwo jądrowe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Radioizotopy, które występują w atmosferze, glebie, wodach i w skorupie ziemskiej, są źródłem promieniowania sztucznego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



Zaznacz zdania prawdziwe.

Amerykański chemik, Willard Libby, za opracowanie metody datowania radiowęglowego otrzymał Nagrodę Nobla.

Promieniowanie jonizujące nie powinno być stosowane w przemyśle spożywczym, ponieważ powoduje szkodliwe napromieniowanie żywności.

Odmianą tomografii jest technika, nazywana pozytonową emisyjną tomografią emisyjną (PET).

Niektóre, bardzo długo żyjące pierwiastki promieniotwórcze, np. ^{235}U , ^{238}U , ^{87}Rb , mogą służyć do wyznaczania wieku skał, w skład których kiedyś wchodziły.

Ćwiczenie 6



Wskaż wszystkie prawdziwe informacje dotyczące wpływu i skutków promieniowania jonizującego na żywność.

Powoduje przedłużenie trwałości produktów.

Zabija szkodniki (owady i larwy).

Powoduje zmniejszenie wartości odżywczych produktów.

Napromieniowanie zmienia wartości odżywcze produktów.

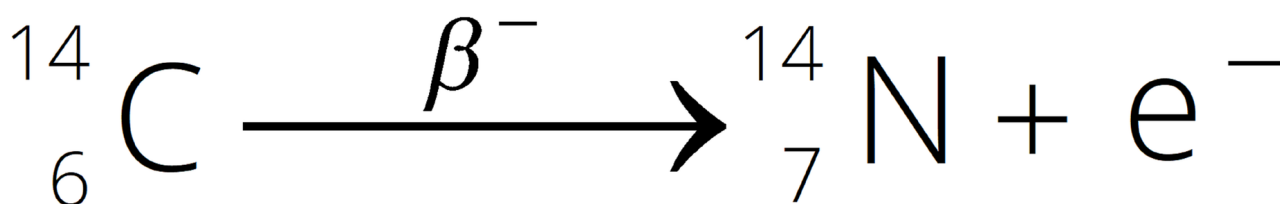
Niszczy grzyby i pleśń.

Powoduje wzrost biomasy bakterii.

Ćwiczenie 7



Jedną z metod, która umożliwia ustalenie wieku znalezisk archeologicznych, jest datowanie radiowęglowe. Technika ta pozwala określić wiek materiału pochodzenia naturalnego na podstawie ilości zawartego w nich promieniotwórczego izotopu węgla ^{14}C . Jego okres półtrwania węgla wynosi 5730 lat. Podczas badania drewnianej figurki, stwierdzono, że aktywność promieniotwórcza, pochodząca od ^{14}C znaleziska archeologicznego, wynosi $\frac{1}{8}$ aktywności drewna współczesnego. Określ wiek tego znaleziska archeologicznego. Węgiel ^{14}C ulega przemianie β^- :



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zbierz informacje na temat planów budowy elektrowni atomowej w Polsce. Wskaż planowane lokalizacje.

Ćwiczenie 9



Narażenie na małe dawki promieniowania jonizującego jest mniej szkodliwe dla zdrowia niż palenie, otyłość czy zanieczyszczenie powietrza, jak informuje pismo „Proceedings of the Royal Society”. Czy zgadzasz się ze stwierdzeniem dotyczącym szkodliwości promieniowania na organizmy żywe? Swoją odpowiedź uzasadnij, podając dowolny przykład.

Ćwiczenie 10



Wyszukaj informacje o awariach elektrowni atomowych na świecie. Przeprowadź analizę przyczyn i skutków. Potrzebnych informacji wyszukaj w artykułach prasowych i artykułach naukowych.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Zastosowanie promieniotwórczości

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

4) oblicza zmianę masy promieniotwórczego nuklidu w określonym czasie, znając jego okres półtrwania; pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych (α , β^-) oraz sztucznych reakcji jądrowych.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- wyjaśnia, na czym polega zjawisko promieniotwórczości;
- analizuje korzyści i zagrożenia, jakie niesie promieniotwórczość;
- omówisz dokonania noblistów w dziedzinie chemii z zakresu promieniotwórczości;
- omówisz zastosowanie izotopów promieniotwórczych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- debata korespondencyjna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie: Jak wyglądałoby życie człowieka dziś, gdyby nie odkryto zjawiska promieniotwórczości?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół terminu promieniotwórczość. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują materiał w dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale – zastosowanie promieniotwórczości. Efektem analizy ma być zwrócenie uwagi przez uczniów na korzyści i zagrożenia, wynikające z zastosowania izotopów promieniotwórczych.
2. Debata korespondencyjna. Nauczyciel podaje temat debaty, np. „Zjawisko promieniotwórczości – nadzieja czy zagłada?”, wyjaśnia zasady pracy tą metodą oraz określa czas potrzebny na przygotowanie argumentów.
3. Uczniowie dobierają się w pary. Każdy z nich prezentuje odmienne stanowiska (zwolennicy i przeciwnicy) w omawianej kwestii (podział pary na obie strony można dokonać losowo).

4. Nauczyciel wręcza parom karty do korespondencji z zapisanym tematem debaty. Uczniowie podpisują się na kartach, zaznaczając zajmowane stanowisko w dyskusji.
5. Jeden z uczniów danej pary zapisuje na karcie do korespondencji swój argument i przekazuje ją koledze/koleżance. Ten odpowiada na zapisany argument i formułuje swój, który popiera zajmowane stanowisko, i przekazuje kartę następnej osobie. Procedura ta powtarza się aż do wyczerpania argumentów.
6. Nauczyciel podsumowuje debatę. Uczniowie prezentują ich zdaniem najciekawsze argumenty i odpowiedzi na nie (mogą korzystać z kart do korespondencji). Metodę tę można przeprowadzić też w grupach (liczba grup zależy od ilości odmiennych stanowisk w danej sprawie). Wówczas grupy opracowują argumenty na dużym arkuszu papieru, tworząc plakat, który zostanie wykorzystany na podsumowanie debaty.
7. Uczniowie w parach odtwarzają film samouczek.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania:

- Jak można zdefiniować promieniotwórczość?
- Wymień pozytywne skutki promieniowania jonizującego na żywność.
- Jak się nazywa metoda umożliwiająca ustalenie wieku znalezisk archeologicznych?
- Gdzie promieniotwórczość znalazła zastosowanie ?

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego się nauczyłem/łam...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę wykonując w e-materiale ćwiczenia – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może uczeń wykorzystać przygotowując się do zajęć czy na sprawdzian.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jak można zdefiniować promieniotwórczość?
 - Wymień pozytywne skutki promieniowania jonizującego na żywność.

- Jak się nazywa metoda umożliwiająca ustalenie wieku znalezisk archeologicznych?
- Gdzie promieniotwórczość znalazła zastosowanie ?

2. Karty do przeprowadzenia debaty korespondencyjnej z wypisanym problemem, podpisane przez uczniów.